



CATÓLICA
FACULDADE DE DIREITO

ESCOLA DE LISBOA

O Tipo Objetivo de Ilícito Penal no Contexto dos Veículos Autónomos

O Nexo de Causalidade e o Critério da Previsibilidade

Dissertação no âmbito do Mestrado Forense com especialidade em Direito e Processo Penal
orientada pelo Professor Doutor Pedro Garcia Marques

SOFIA SEIXAS MARTINS

NOVEMBRO DE 2019

Universidade Católica Portuguesa

Faculdade de Direito – Escola de Lisboa

O Tipo Objetivo de Ilícito Penal no Contexto dos Veículos Autónomos

O Nexo de Causalidade e o Critério da Previsibilidade

Dissertação no âmbito do Mestrado Forense com especialidade em Direito e Processo Penal orientada pelo Professor Doutor Pedro Garcia Marques

Sofia Seixas Martins

Novembro de 2019

*O que mais importa não é o novo que se vê,
mas o que se vê de novo no que já tínhamos visto.*

Vergílio Ferreira

À minha família e amigos.

ÍNDICE

PALAVRAS-CHAVE.....	5
SIGLAS E ABREVIATURAS	5
INTRODUÇÃO.....	6
I. OS VEÍCULOS AUTÓNOMOS.....	9
1. CARACTERÍSTICAS.....	9
1.1. TIPO OBJETIVO DE ILÍCITO	9
1.2. GRAU DE AUTONOMIA	11
1.2.1. Previsibilidade e Nexo Causal	16
1.3. PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA.....	19
1.3.1. <i>Hardware e Software</i>	19
1.3.2. “ <i>Deep- Learning</i> ”: Aprendizagem Automática.....	20
1.3.3. Processo Decisório	22
2. O “TROLLEY PROBLEM”.....	24
2.1. IMPUTAÇÃO.....	28
II. TESES DE IMPUTABILIDADE.....	31
1. O VEÍCULO ENQUANTO PRODUTO	31
1.1. RESPONSABILIDADE CIVIL DO PRODUTOR.....	32
1.2. RESPONSABILIDADE CRIMINAL PELO PRODUTO.....	35
1.2.1. Nexo Causal	38
1.2.2. Improcedência da teoria	40
1.3. <i>RESPONDEAT SUPERIOR</i>	41
1.3.1. A Personalidade Jurídica das Pessoas Coletivas	44
2. O VEÍCULO AUTÓNOMO.....	45
CONCLUSÃO.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	53

PALAVRAS-CHAVE

- ◇ Previsibilidade
- ◇ Nexo Causalidade
- ◇ Tipo objetivo de Ilícito Penal
- ◇ Veículos Autónomos
- ◇ Respondeat Superior
- ◇ Responsabilidade Criminal pelo Produto
- ◇ Responsabilidade das Pessoas Coletivas
- ◇ Trolley Problem

SIGLAS E ABREVIATURAS

Ibid. - Ibidem

SAE – Society of Automobile Engineers

NHTSA – National Highway Transportation Safety Administration

INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea é caracterizada pelo risco¹, onde o **imprevisto** dá lugar a um sentimento de insegurança. A teoria da sociedade de risco de ULRICH BECK² solidifica-se com cada progresso tecnológico³, onde ressalta o difícil acompanhamento e atualização do tratamento jurídico de novas e complexas realidades, como a inteligência artificial.

A esmagadora maioria dos acidentes de viação são resultado de um erro humano⁴. A criação de veículos autónomos⁵, enquanto agentes de inteligência artificial - definida por MARVIN MINSKY como “a ciência em fazer máquinas atuar de tal forma que seria necessária inteligência se fosse feita pelo homem”⁶ - vem introduzir a possibilidade de uma entidade com inteligência artificial⁷ dar origem a um acidente no contexto rodoviário.

Os desfechos letais destes acidentes⁸, suscitam a questão da imputabilidade da responsabilidade penal emergente⁹, designadamente por crimes contra a vida e integridade física¹⁰. A questão coloca-se em saber quem responde pela morte de um peão, quando este é atropelado por um veículo sem condutor?

Enquanto entidades da inteligência artificial, existem vários objetos denominados veículos autónomos, desde os marítimos, aos terrestres e aéreos. Contudo, no presente trabalho, por nos cingirmos aos crimes contra a vida e integridade física, apenas

¹ FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 4.

² ULRICH BECK, “Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne”, in *Suhrkamp Verlag*, Frankfurt, 1986 Apud AIRES DE SOUSA, 2014, 52.

³ Fazendo alusão a esta questão: SPURGEON E FAGAN, 1981, 414.

⁴ MOOLAYIL, 2018, 2. Dados recolhidos entre 2005 e 2007 apontam para o erro humano como sendo a razão de 94% dos acidentes rodoviários.

⁵ WAKABAYASHI, 2018.

⁶ WEIN, 1992, 136.

⁷ BATHAE, 2018, 898. O autor define inteligência artificial enquanto uma categoria de programas computadorizados cujo objetivo é solucionar problemas que requeiram um raciocínio inferencial, decisões baseadas em dados incertos ou incompletos, classificação, otimização e percepção.

⁸ LARIS, 2018.

⁹ GURNEY, 2015, 410.

¹⁰ Os restantes crimes que a Lei Penal Portuguesa associa à condução de veículo motorizado, - como a condução perigosa, sem habilitação legal, em estado de embriaguez ou o crime de desobediência – reportam-se a uma característica própria do estado do condutor que não é transponível para os veículos autónomos.

consideraremos os veículos autónomos terrestres (denominados “*self-driving cars*” pela literatura estrangeira). Entre outras razões, como a maior intensidade do tráfico¹¹, no plano terrestre, para além de passageiros e condutores, existem ainda peões.

Dentro dos veículos autónomos terrestres, iremos abordar os “*high automation vehicles*”, de nível de automaticidade quatro. Nestes, como veremos mais detalhadamente, a figura do condutor desaparece enquanto sujeito ativo no contexto da condução rodoviária, sendo substituído pelo próprio veículo que toma as decisões inerentes a essa atividade. Ocupar-nos-emos apenas dos veículos intitulados “*user operated*”¹² (dado os “*driverless cars*” ainda não existirem) que, todavia, exigem a presença de um ser humano no veículo. Estes conceitos serão desenvolvidos na primeira parte do trabalho.

A responsabilidade penal tem origem num “facto típico, ilícito, culposo e punível”. A ação deve corresponder a um comportamento “dominado ou dominável pela vontade” do agente. O pressuposto da tipicidade afere-se comparando o facto concreto da vida real, com o facto abstrato assim legalmente concebido. A ilicitude, por sua vez, reporta-se à violação de um bem jurídico tutelado pelo Direito Penal. O juízo de censurabilidade da conduta do agente materializa-se na sua culpabilidade. Finalmente, é punível como crime a conduta que tenha anteriormente sido qualificada como tal pelo legislador¹³. **Este trabalho limita-se à análise do nexo de causalidade, núcleo essencial do juízo de imputação da responsabilidade penal nos crimes de resultado.**

No plano objetivo do tipo ilícito, a questão da responsabilidade penal envolvendo veículos autónomos encontra, no nexo de causalidade, o seu ponto decisivo, como veremos. Através da descrição do processo decisório do veículo autónomo, é possível chegar a uma conclusão sobre quem está a agir no contexto rodoviário: se o próprio algoritmo de forma independente, através da aprendizagem automática, se o programador por intermédio desse mesmo algoritmo que ele criou. A existência do nexo de causalidade¹⁴ entre a conduta e o dano depende de uma ou outra compreensão¹⁵, sendo

¹¹ HULSE, XIE e GALEA, 2018, 1.

¹² GREENOUGH, 2016.

¹³ FERNANDA PALMA, 2015, 9-31.

¹⁴ BATHAE, 2018, 891.

¹⁵ GURNEY, 2015, 411. LIMA, 2018, 683.

que somente após a sua averiguação é possível verificar se, na figura do sujeito escolhido, se encontram preenchidos os pressupostos do tipo subjetivo do ilícito¹⁶, tema que não aprofundaremos neste trabalho.

Num primeiro tempo, iremos descrever e caracterizar um veículo autónomo, de grau de autonomia quatro, focando-nos essencialmente na programação do sistema e na aprendizagem automática, enquanto método utilizado no processo decisório do veículo. Tal permitir-nos-á compreender “quem” é que toma as decisões executadas pelo veículo, este mesmo, ou o seu programador. Definido o sujeito que executa a ação penalmente relevante, tentaremos evidenciar o núcleo do problema: **a imprevisibilidade do processo-decisório do veículo autónomo, enquanto elemento frustrador do nexo de causalidade entre a conduta do agente e o resultado.**

Graças ao “*Trolley Problem*”, concretizaremos uma hipótese na qual o veículo opera exatamente como previsto, sem erros técnicos ou defeitos - afastando-se a responsabilidade do produtor, assim como do condutor, que nada faz - mas onde a ocorrência de um dano é inevitável, questionando-nos sobre quem recai a responsabilidade. **A perceção do veículo autónomo enquanto objeto, revelaria uma lacuna punitiva nestes casos**, não sendo de aplicar o instituto legal da responsabilidade criminal pelo produto, à qual faremos referência com o objetivo de compreender a razão de ser da sua inviabilidade no contexto referido em que o veículo não apresenta nenhum defeito.

Procederemos à exposição de dois institutos inovadores, capazes de colmatar aquela lacuna: **a responsabilidade criminal dos veículos autónomos, e a responsabilidade do produtor enquanto *respondeat superior***. A novidade destes institutos encontra-se na qualificação que é feita dos veículos autónomos, deixando de ser meras coisas e passando a considerar-se a sua personalidade jurídica. Faremos referência à responsabilidade das pessoas coletivas de forma a estabelecer uma analogia com outro tipo de entidade não humana com personalidade jurídica.

¹⁶ HANNA, 1989, 462. Numa crítica, o autor aponta para a natureza controversa do dualismo mente/corpo que subjaz à distinção entre as categorias de “*mens rea and actus reus*”.

I. OS VEÍCULOS AUTÓNOMOS

1. CARACTERÍSTICAS

1.1. TIPO OBJETIVO DE ILÍCITO

“A questão fundamental será sempre em que circunstâncias um resultado pode ser tido como obra do autor ou como um acidente.”¹⁷

A função orientadora do Direito Penal, toma a **previsibilidade** dos resultados das condutas, como ponto de referência do juízo de imputação objetiva ao seu agente¹⁸, desde que sejam cognoscíveis. O nexo de causalidade, o qual desenvolveremos mais em detalhe adiante, enquanto ligação entre o ato penalmente relevante e o resultado lesivo do bem jurídico protegido, através do qual se afirma a tipicidade da conduta, faz a ligação entre os diferentes elementos constitutivos do tipo objetivo de ilícito, o qual depende, por um lado, da conduta, e por outro, do seu agente (para além do bem jurídico¹⁹, que deixaremos de parte).

O nexo de causalidade está dependente da maior ou menor amplitude com que se configura a noção de ato, o qual deve ser voluntário para ser atribuível à esfera de controlo do agente²⁰. Para FERNANDA PALMA²¹, a responsabilidade penal sujeita-se a uma ideia de “autonomia e responsabilidade pessoal”. Embora não caiba no argumento do presente trabalho o aprofundamento da noção de voluntariedade do ato penalmente relevante, há

¹⁷ MANFRED MAIWALD, “Kausalität und Strafrecht”, p.82, Apud AIRES DE SOUSA, 2014, 498. LIMA, 2018, 694.

¹⁸ AIRES DE SOUSA, 2014, 495.

¹⁹ FIGUEIREDO DIAS, 2007, 295.

²⁰ FERNANDA PALMA, 2015, 81.

²¹ Ibid., 2015, 55.

que ter em conta que, enquanto conceito indeterminado, não existe uma conceção uniforme na doutrina quanto ao seu significado^{22,23}. LIMA traduz bem esta divergência²⁴:

“De relance, pode ser atribuída voluntariedade a qualquer agente que faça uma “escolha” baseada num determinado conjunto de fatores, de tal forma que até um computador que escolhe entre duas opções com base num input e um determinado objetivo, faz uma escolha. Mas a um nível mais profundo, a voluntariedade, inclusive de movimentos corporais, está enraizada no livre arbítrio e na habilidade de julgar.”

Relativamente ao segundo elemento de que depende o tipo objetivo de ilícito, o agente, há que ter em conta três fisionomias distintas no contexto do presente trabalho: o condutor, na sua aceção tradicional enquanto ser humano; o programador (ou produtor, figuras que não iremos distinguir²⁵); e o veículo autónomo, enquanto pessoa coletiva, uma ideia que será desenvolvida na segunda parte deste trabalho. O Código Penal português, no seu artigo 11º, atribui às pessoas individuais a suscetibilidade de serem responsáveis criminalmente, assim como às pessoas coletivas, quando a lei assim o determinar, não vigorando mais no nosso ordenamento jurídico a regra *societas delinquere non potest*, segundo a qual os entes coletivos não podem delinquir.

O nexa causal deve ser analisado casuisticamente, e não em abstrato, em relação ao seu concreto agente. Procederemos assim a uma análise do nexa causal face a cada uma destas figuras, seguindo a ordem enunciada, respetivamente, analisando a conduta do condutor, a do programador e a do próprio veículo face ao acidente.

²² Para maiores desenvolvimentos quanto às diferentes escolas vide Jescheck, H.H., Weigend, T., Lehrbuch des Strafrechts, Allgemeiner Teil, 5ª ed., 1996, p. 195-215 Apud Fernanda Palma, 200, 12. Para a escola clássica, de Von Liszt e Beling, trata-se de uma exigência formal, não se exigindo que a vontade se dirija à ação típica do crime, e naturalística, enquanto expressão corporal comandada por essa vontade. Esta ação era completamente estranha a valores e sentidos do agente, baseando-se exclusivamente numa modificação do mundo exterior.

²³ Welzel, H., Das deutsche Strafrecht, 11ª ed., 1969, Apud Fernanda Palma, 200, 12. A escola finalista, de Welzel é um tanto mais exigente quanto ao conteúdo da vontade, requerendo que aquela seja orientada aos fins determinados pelo agente. Esta seria a essência da atuação humana, num processo causal conduzido pela vontade a um determinado fim. A grande diferença é que o elemento subjetivo do dolo passa a integrar a tipicidade, entendimento que hoje não é seguido, fazendo o dolo parte integrante da culpa.

²⁴ LIMA, 2018, 682.

²⁵ A razão de ser desta escolha encontra-se detalhada na segunda parte deste trabalho.

1.2.GRAU DE AUTONOMIA

Previamente, deve ser delimitado de antemão o objeto a que nos referimos, o veículo autónomo. É precisamente sobre as diferentes características que têm os veículos autónomos dos restantes objetos, que recai o interesse deste trabalho, nomeadamente quanto à sua autonomia. Procederemos à consubstanciação dos diferentes graus de autonomia dos veículos em análise, evidenciando aquilo que os destaca face aos tradicionais veículos e as consequências que disso advém para a figura do condutor, a quem era tradicionalmente imputada a responsabilidade emergente de acidentes rodoviários.

Por falta de outra definição legal, faremos referência à que vigora no Reino Unido no seu “*The Vehicle and Technology Aviation Bill*”, o qual define um veículo autónomo como um veículo que opera sem controlo de qualquer indivíduo²⁶, existindo diferentes níveis de automatismo. Independentemente da fonte²⁷ a que se faça referência para qualificar a automaticidade dos veículos, o critério afere-se pela maior ou menor dependência que o veículo tem em relação ao condutor humano. Para efeitos deste trabalho, faremos uso da qualificação criada pela *Society of Automotive Engineers*²⁸ (SAE).

De acordo com os seis diferentes níveis apresentados pela SAE, o primeiro começa no nível “zero”, onde todas as tarefas de condução, sem exceção, são realizadas pelo condutor. No primeiro nível, o condutor é assistido pelo veículo em tarefas menores (“*driver assistance*”); no nível seguinte já existe automatismo, mas apenas parcialmente (“*partial automation*”).

O terceiro nível, ainda que de maior raridade entre os veículos à data em circulação, já se encontra comercializado. Nestes, o condutor não é essencial à tarefa de condução, mas exige-se a sua presença e atenção para retomar os comandos do veículo, em caso de necessidade (“*conditional automation*”). O condutor cede o controlo total de

²⁶ MCCALL et.al., 2019, 511.

²⁷ Ibid., 508.

²⁸ SAE, 2019. Foi o primeiro sistema de qualificação introduzido, tendo posteriormente a NHTSA adotado os seus próprios padrões, segundo MOOLAYIL, 2018, 3.

todas as funções críticas em determinadas circunstâncias, confiando que o carro irá monitorizar as mudanças que requeiram o traslado do controlo de volta para o condutor. O veículo analisa e monitoriza o ambiente que o rodeia, para além de efetuar algumas tarefas de condução²⁹. Essencialmente, estes carros são capazes de mudar de faixas rodoviárias, ultrapassar outros carros ou até sair da autoestrada na saída correta³⁰.

O quarto nível não dispensa a presença de uma pessoa no veículo, mas esta não deve ser considerada condutor, mas sim operador ou até passageiro³¹, visto que a totalidade das tarefas de condução são efetuadas pelo veículo autónomo (“*high automation*”). Aqui, diferentemente do que se passa no nível anterior, não se requer a intervenção humana em situações de emergência³², apesar de esta ser possível. Nestas circunstâncias de emergência, o veículo assume um estado de “risco mínimo”, que pode consistir em automaticamente parar o veículo, ou em efetuar manobras de maior complexidade, como retirar o veículo de uma zona perigosa³³.

O nível quatro, “*high automation*”, encontra-se limitado, simultânea ou alternativamente, por dois aspetos, sendo o primeiro, o limite a tarefas específicas de condução, e o segundo, o limite da área operacional, denominada “*Operational Design Domain*”. A área operacional é designada em função do ambiente, da geografia, da altura do dia e condições do tráfico, entre outras condicionantes. De acordo com estes critérios, é então efetuada uma restrição, desde o tipo de estrada em que o veículo pode circular e em que condições atmosféricas; ao comportamento do veículo em si (limitações a nível da velocidade, leque de manobras possíveis, entre outras)³⁴.

Finalmente, o último nível dispensa a presença de um ser humano dentro do veículo, sendo totalmente autónomo em qualquer circunstância (“*full automation*”). A sua área de atuação, ao contrário do nível anterior, não é restrita a tarefas determinadas nem a certas áreas. Mesmo que o passageiro queira controlar o veículo, tal é impossível,

²⁹ MOOLAYIL, 2018, 4.

³⁰ MCCALL (et.al.), 2019, 508.

³¹ WESTBROOK, 2017, 100.

³² MOOLAYIL, 2018, 3. Os avanços tecnológicos na área dos veículos autónomos exigem uma averiguação constante do estado da arte. Moolayil considera o “Google Car” de nível 3, no entanto, o veículo é considerado de nível 4 pelo facto de não exigir o controlo pelo passageiro humano em caso de emergência. Ver: OHNSMAN, 2019.

³³ MCCALL et.al., 2019, 517.

³⁴ CZARNECKI, 2018, 6.

por não existir volante e pedais dentro do veículo que permitam esse controlo, os quais existem ainda no nível quatro³⁵.

Dentro da categoria dos veículos autónomos (por justaposição aos veículos “semi-autónomos” de nível três), somente os carros operados pelos utilizadores (“*user-operated*”³⁶) estão em teste atualmente, e não ainda os veículos sem condutores ou utilizadores (“*driverless cars*”), pelo que objeto deste estudo serão apenas os primeiros.

Este trabalho foca-se no quarto grau de autonomia, “*high automation*”. Não obstante este tipo de veículos ainda não se encontrar em circulação, já existe³⁷, estando em fase de teste³⁸, como é o exemplo do *Waymo*³⁹, um projeto da *Google*.

Paralelamente aos graus de autonomia existe uma graduação da responsabilidade do condutor, que tem a seu cargo um maior ou menor leque de responsabilidades consoante a autonomia do veículo⁴⁰. É no patamar do quarto grau de automatismo que ocorre uma drástica mudança de paradigma⁴¹, deixando o condutor de ter a seu cargo qualquer tarefa, como veremos.

O *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) acrescenta uma taxonomia, consoante a monitorização do ambiente, igualmente denominado reconhecimento situacional, está entregue ao veículo ou ao condutor. Até ao segundo nível de autonomia, esta tarefa é da responsabilidade do condutor; a partir do terceiro nível, a responsabilidade é do veículo. A distinção de maior relevo nesta taxonomia, encontra-se uma vez mais entre o terceiro e o quarto níveis. No terceiro nível, ocorre uma partilha entre os dois padrões⁴², sendo o veículo responsável pelo reconhecimento situacional até o condutor ser chamado a intervir, havendo um traslado da responsabilidade. Tal já não ocorre no quarto nível, em que o veículo se encarrega desta tarefa de forma exclusiva⁴³.

³⁵ McCALL et.al., 2019, 509.

³⁶ GREENOUGH, 2016.

³⁷ CHARNEY, 2015, 70.

³⁸ STILGOE, 2018, 33.

³⁹ MARCUS, 2012.

⁴⁰ McCALL et.al., 2019, 510.

⁴¹ McCALL et.al., 2019, 518. Também: MOOLAYIL, 2018, 5.

⁴² McCALL et.al., 2019, 510.

⁴³ MOOLAYIL, 2018, 3

O reconhecimento situacional pode ser repartido em cinco componentes: reconhecimento do sistema, espacial, identitário, temporal e objetivo⁴⁴. Estes consistem, respetivamente, no reconhecimento do atual estado do sistema; na localização relativa ao ambiente; na identificação de objetos salientes; na perceção temporal da situação e de como esta se pode desenrolar no tempo (através da previsão); e na possibilidade de alcançar o objetivo proposto.

Ao nível de “*full automation*” (quinto nível), o veículo é capaz de executar aquelas tarefas sem intervenção do condutor; no quarto nível, como vimos *supra*, existem maiores limitações, não necessariamente ligadas à intervenção do condutor⁴⁵. Relativamente aos níveis inferiores, a participação do condutor é imprescindível, mesmo que restrita a casos de emergência, como sucede ao terceiro nível.

A imputabilidade legal deveria depender de quem é responsável pelo reconhecimento situacional em cada momento específico. No entanto, não existe correspondência⁴⁶ entre os dois critérios. MCCALL⁴⁷ refere as Leis dos Veículos Austríaca⁴⁸ e Alemã⁴⁹, pioneiras a nível europeu, por abordarem especificamente a questão dos veículos autónomos. Ambas sustentam uma responsabilização civil do condutor, independentemente do grau de autonomia⁵⁰. No entanto, é de notar que nenhum destes instrumentos legais aborda com maior detalhe a questão da imputabilidade, a sua extensão ou a sua vertente criminal.

De acordo com esta legislação, o terceiro nível de automatismo sujeita o condutor à imputação da conduta ilícita, por este ter em última instância a possibilidade de

⁴⁴ M.L. MATTHEWS, D.J. BRYANT, R.D.G. WEBB, , J.L. HARBLUK, “Model for situation awareness and driving application to analysis and research for intelligent transportation systems”, in *Transportation Research Rec.*, Vol. 1779, 2001, p. 26–32, Apud MCCALL et.al., 2019, 509.

⁴⁵ TAKÁCS et.al., 2018, 189.

⁴⁶ MCCALL et.al., 2019, 518.

⁴⁷ Ibid., 510.

⁴⁸ “Kraftfahrgesetz 1967 (33. KFG-Novelle), Änderung”.

⁴⁹ “Gesetz zur Änderung der Artikel 8 und 39 des Übereinkommens vom 8. November 1968 über den Straßenverkehr”.

⁵⁰ MCCALL et.al., 2019, 512. Segundo um relatório do *German Federal Highway Research Institute*, o condutor pode exonerar-se desta responsabilidade provando que o veículo operava autonomamente e tinha a seu cargo as tarefas de monitorização.

recuperar o controlo do veículo⁵¹, remetendo-se ao silêncio quanto aos restantes níveis. A complexidade do translado dos comandos levanta dúvidas⁵² quanto à aplicação e linearidade deste argumento⁵³ para o quarto nível de autonomia⁵⁴. MCCALL descreve cada situação de translado dos comandos: consoante esta seja programada ou não; iniciada pelo veículo ou por iniciativa do condutor; em situações de emergência ou não⁵⁵.

A hipótese que maior relevo tem para a nossa análise, é a da transferência dos comandos iniciada pelo veículo. A título de exemplo, quando um veículo de grau quatro percebe que está prestes a ultrapassar uma das limitações do seu sistema (ao nível da área operacional, por exemplo) transfere o controlo para o condutor. O autor acima referido, considera que a responsabilidade permanece com este último, o qual deve conhecer os limites do veículo, exceto quando estiver em causa uma falha do sistema do veículo⁵⁶.

Já quando o translado dos comandos for iniciado pelo veículo, mas em situação de emergência, sendo que a emergência tem origem no próprio sistema que deixa de funcionar e não num elemento externo a este, não é expectável que o condutor intervenha. Logo, a responsabilidade deve permanecer com o “*original equipment manufacturer*”, ou seja, o produtor⁵⁷. O autor não aprofunda a concretização legal desta responsabilidade do produtor, baseando-se o seu estudo numa série de entrevistas com companhias de seguro, onde estas foram levadas a expressar a sua opinião quanto a quem seria responsável legalmente em caso de acidente, o veículo autónomo ou o produtor⁵⁸. De modo geral, as companhias de seguro consideraram que só haveria responsabilidade do produtor quando em causa estivesse um defeito do veículo autónomo, algo que veremos mais adiante.

Em sentido divergente, BELAY⁵⁹ defende que a presença de um condutor capaz de retomar os comandos em situações de emergência, é fundamento para uma possível responsabilidade individual deste. O condutor teria um dever de intervir, sendo

⁵¹ MCCALL et.al., 2019, 513.

⁵² DOUMA E PALODICHUK, 2012, 163.

⁵³ GURNEY, 2015, 417. Mais detalhadamente em: FAVARÒ, EURICH, NADER, 2018, 145.

⁵⁴ MCCALL et.al., 2019, 510.

⁵⁵ *Ibid.*, 513.

⁵⁶ *Ibid.*, 514.

⁵⁷ *Ibid.*, 515.

⁵⁸ *Ibid.*, 512. Para tal, estas tiveram em conta o atual contexto legal, assim como aquilo que pensavam poder vir a passar-se no futuro.

⁵⁹ BELAY, 2015, 126.

responsabilizado por uma omissão, nomeadamente por não prestar atenção e retomar os comandos do veículo quando necessário. Desta forma não haveria necessidade de alterar a atual legislação rodoviária, permanecendo o condutor como titular dos comandos do veículo.

No entanto, o autor entende, assim como BATHAE⁶⁰, GRIEMAN⁶¹ e WESTBROOK⁶², que o argumento não procede, pois na realidade este não detém o controlo da viatura⁶³, que age autonomamente. Para além de que não existe fundamento para aquele dever de intervir, que se deve basear na capacidade do ser humano em detetar perigos e a estes reagir a tempo, algo que pode não ser possível nas situações acima descritas em que, perante uma colisão iminente, o condutor tem apenas segundos para reagir⁶⁴. Ao considerar como “condutor” o sistema do veículo autónomo, e não os ocupantes deste veículo, o NHTSA parece convergir neste mesmo sentido⁶⁵ de retirar o ser humano da sua posição tradicional de domínio dos comandos do veículo.

1.2.1. Previsibilidade e Nexo Causal

Se o condutor não é quem controla a ação, não faz sentido que a responsabilidade emergente de uma acidente rodoviário, lhe seja imputada. Tal decorre, não das exigências do nexo de causalidade, tema que iremos agora abordar, mas do simples facto de nesta circunstância não existir ato penalmente relevante, enquanto expressão de um comportamento voluntário do condutor⁶⁶, o qual tampouco tem a seu cargo um dever de intervir que fundamente a relevância de uma conduta omissiva por este, como já vimos.

Antes de proceder à concretização do nexo causal, cuja verificação é aparentemente imprescindível para o juízo de imputação objetiva da responsabilidade criminal, há que distinguir entre os crimes de resultado e os crimes de mera atividade. Os

⁶⁰ BATHAE, 2018, 891.

⁶¹ GRIEMAN, 2018, 298.

⁶² WESTBROOK, 2017, 128.

⁶³ BELAY, 2015, 124

⁶⁴ Ibid., 127.

⁶⁵ STONE et.al, 2016, 45.

⁶⁶ WESTBROOK, 2017, 128.

primeiros, são crimes que pressupõem um resultado para além da conduta do agente, e é nestes que se coloca a questão do nexo de causalidade propriamente dita, visto que nos crimes de mera atividade não se pressupõe esta ligação entre a conduta e a lesão do bem jurídico: a própria conduta por si só já é considerada lesiva, razão pela qual a imprescindibilidade deste pressuposto é somente aparente, sendo dispensada para este tipo de crimes⁶⁷.

Os crimes de resultado, onde tanto pode estar em causa uma ação como uma omissão, dá maior expressão ao nexo causal quando exige a realização de uma ação, pois as omissões não comportam um “binómio ação-delito naturalisticamente falando”⁶⁸, segundo AIRES DE SOUSA. São este tipo de crimes, de resultado, que nos interessam, nomeadamente os crimes contra a vida e integridade física no contexto de acidentes rodoviários envolvendo veículos autónomos.

Para estes crimes, como formula FIGUEIREDO DIAS, “Exigindo-se para o preenchimento integral de um tipo de ilícito a produção de um resultado, importa verificar não apenas se esse resultado se produziu, como também, se ele pode ser atribuído (imputado) à ação”⁶⁹. A imputação faz-se através de um processo tripartido, ao qual faremos uma breve referência por questões de contextualização da questão, não se desenvolvendo aqui as suas diferentes teorias.

A teoria da equivalência, ou *conditio sine qua non*, estatui que todas as condições sem as quais o resultado não teria tido lugar, são causas deste, de acordo com as leis da natureza ou da experiência. FIGUEIREDO DIAS estabelece esta teoria enquanto máximo denominador comum do juízo de imputação, importando depois proceder à valoração jurídica daquela causa. A teoria da adequação distingue então entre as condições penalmente relevantes das irrelevantes, exigindo sempre que o homem tenha capacidade para dirigir e dominar os processos causais em causa. Esta teoria depende de um juízo de prognose póstuma, para se poder objetivamente ponderar se era expectável que aquela conduta teria como consequência, segundo as regras da experiência, aquele resultado. Dois critérios indispensáveis para esta teoria são assim a previsibilidade e a

⁶⁷ AIRES DE SOUSA, 2014, 488.

⁶⁸ Ibid., 488.

⁶⁹ FIGUEIREDO DIAS, 2007, 322.

probabilidade. Esta teoria faz-se complementar da “relação de risco”, essencial para corrigir casos em que a causalidade levaria a uma imputação injusta, nomeadamente casos em que a ação tem um risco permitido, como é o exemplo que nos importa da circulação rodoviária. Como tal, para além daquela conduta levar previsivelmente ao resultado lesivo, a conduta tem igualmente de ter criado ou aumentado um risco proibido para o bem jurídico⁷⁰.

No seu artigo primeiro, o Código Penal português adotou a teoria da causalidade adequada, considerando uma conduta, *conditio sine qua non* (sem a qual não subsistiria o resultado), sempre que o resultado seja previsível para uma pessoa média colocada no lugar do agente⁷¹. O critério essencial do nexo de causalidade, enquanto elemento relevante da normatividade penal dos crimes de resultado⁷², é a previsibilidade da conduta, sendo esta a característica que procuraremos evidenciar na descrição do funcionamento dos veículos autónomos.

A descrição do funcionamento do veículo autónomo, vai no sentido de que compete aos peritos, no domínio das leis empíricas, e não ao juiz, o desenvolvimento de teorias científicas de causalidade⁷³, pois “ao direito penal importar somente determinar se uma particular conduta causou um dano, e não descrever o concreto mecanismo de natureza científica pressuposto por aquele nexo causal”⁷⁴.

⁷⁰ FIGUEIREDO DIAS, 2007, 332.

⁷¹ FERNANDA PALMA, 2015, 85.

⁷² AIRES DE SOUSA, 2014, 488: “Nos crimes de mera atividade não se pressupõe um nexo causal, como nos crimes omissivos em que não existe binómio ação-delito naturalisticamente falando”. Vide FERNANDA PALMA, 2015, 88: A relevância da teoria do risco, para a qual importa a ligação entre a criação ou aumento do risco e o resultado lesivo do bem jurídico, é afastada no âmbito dos crimes de resultado, “limitando-se a imputação penal, (...) aos atos verdadeiramente consequentes”.

⁷³ AIRES DE SOUSA, 2014, 488.

⁷⁴ AIRES DE SOUSA, 2014, 608. “A verificação fáctica garantida, ou seja, assegurada cientificamente, de que um fenómeno produz sempre um determinado efeito, é independente da capacidade científico-natural existente para explicar o mecanismo por meio do qual se dá aquele nexo causal” (em AIRES DE SOUSA, 2014, 29). FERNANDA PALMA, 2015, 96: A autora alerta que “uma normatização excessiva da imputação objetiva atribuiria à ordem penal uma função imaginária de controlo dos riscos e ameaças da sociedade tecnológica (...)”.

1.3. PROGRAMAÇÃO DO SISTEMA

1.3.1. *Hardware e Software*

Um veículo autônomo é composto pelo *software*, que consiste no programa do computador enquanto sequência de instruções de comando; e o *hardware*, que são as partes físicas da máquina⁷⁵.

O *hardware* é composto por sensores; tecnologias que permitem ao veículo comunicar com outros aparelhos eletrônicos⁷⁶; e atuadores. O veículo consegue interagir com outros carros com recurso a sistemas “*vehicle-to-vehicle*” (VSV) ou com o meio envolvente (por exemplo, sinais de trânsito), através de sistemas “*vehicle-to-infrastructure*” (V2I)⁷⁷. A capacidade de captação do seu meio envolvente auxilia-se de sensores (através de sistemas radar, câmara, GPS, entre outros) análogos aos sentidos humanos; movendo-se graças aos atuadores físicos do veículo⁷⁸. Os sensores transformam propriedades físicas do meio material em sinais elétricos⁷⁹.

Existem dois modelos de *hardware*, ambos desenhados com base e inspiração na visão humana. O primeiro, mais orgânico, requer do programador um planeamento extensivo, introduzido manualmente, de todas as tarefas e passos que serão exigidos ao veículo. O segundo modo, intitulado modelo “*end-to-end*”⁸⁰, auxilia-se de redes neuronais convolucionais (“*convolutional neural networks*”), aprendendo o processo do planeamento por si próprio através das características que assimila de imagens e dados que o programador lhe proporciona, o qual descreveremos de seguida.

⁷⁵ KRAUSOVÁ, 2017, 58.

⁷⁶ Faz surgir o problema dos “*connected vehicles scenario*”: MCCALL et.al., 2019, 518. O autor avança a possibilidade da responsabilidade ser do fornecedor de serviço. Também sobre “*The Internet Of Things*”: BUTLER, 2017.

⁷⁷ GURNEY, 2015, 400.

⁷⁸ HUANG, 2018.

⁷⁹ SMART, GRIMME E HARTZOG, 2017, 11.

⁸⁰ CHEN et.al., 2019, 13.

Ocupar-nos-emos essencialmente de averiguar a existência de uma característica apontada por certos autores⁸¹ como própria a este segundo método: a sua imprevisibilidade. Como apontámos a propósito do nexo causal, intimamente ligada ao juízo de imputabilidade objetiva da responsabilidade penal, encontra-se este conceito de previsibilidade.

O *software* permite o processamento da informação canalizada pelo *hardware* em comandos de ação. Este processamento é feito através de múltiplos módulos. A perceção permite ao veículo traduzir os dados que recebe em informação com significado. O planeamento é o processo decisório, no qual o veículo associa a informação percecionada a políticas e regras sobre a condução, determinando assim a conduta apropriada a uma circunstância específica. Finalmente, o sistema de controle faz o translado dos objetivos do planeamento em ações físicas no mundo material, comunicando com os atuadores do *hardware*⁸².

1.3.2. “Deep- Learning”: Aprendizagem Automática

A inteligência artificial desdobra-se em diferentes componentes, uma delas é a aprendizagem automática (“*machine learning*”), dentro da qual encontramos subpartes: aprendizagem profunda (“*deep-learning*”), aprendizagem reforçada (“*reinforcement learning*”) e aprendizagem supervisionada (“*supervised learning*”)⁸³. O que diferencia este *software* de aprendizagem automática é a sua capacidade de aprender de forma independente, sem a supervisão de um programador⁸⁴.

⁸¹ CHEN et.al., 2019, 15. ASARO, 2016, 192. Para o autor a imprevisibilidade advém das várias fontes de dados utilizadas. No mesmo sentido: SURDEN E WILLIAMS, 2016, 157.

⁸² HUANG, 2018.

⁸³ YOU et.al., 2019, 2.

⁸⁴ SURDEN E WILLIAMS, 2016, 162.

O processo de aprendizagem faz-se através da análise de uma série considerável de dados⁸⁵, dos quais se extraem regras⁸⁶. Da análise das características presentes nesses dados, o *software* procede à sua visualização e representação em imagens, as quais são posteriormente segmentadas, desconstruindo-se uma imagem em múltiplas, com as quais o *software* já se encontra familiarizado graças a anteriores aprendizagens, atribuindo-lhes um significado. O *software* vai criar padrões através dos quais será capaz de identificar o objeto em questão. Este processo de generalização⁸⁷ termina com a categorização destas coleções de dados, permitindo ao sistema posteriormente prever qual a correta categoria a que correspondem novos dados analisados.

A aprendizagem profunda utiliza várias redes neuronais artificiais, chamadas redes neuronais convolucionais profundas, (“*deep convolutional neural network*”), que fazem a ligação entre as lições aprendidas e novos conteúdos⁸⁸, num processo circular. Durante o treino inicial do *software* pelo programador, é construído um mapa que liga as diferentes características identificadas nos dados analisados, a determinadas ações (por exemplo, ao identificar um peão a atravessar uma passadeira, é acionado a ação “travar”)⁸⁹.

O processo decisório que leva o *software* a escolher uma das ações possíveis resulta da interconetividade destas redes neuronais⁹⁰, aprendendo a partir de erros⁹¹ da sua própria experiência⁹² e não de regras que o programador inseriu no programa, este tipo de sistema desvia-se do processo lógico típico dos programas informáticos⁹³.

⁸⁵ CHEN et.al., 2019, 23. Os autores apontam para a imprevisibilidade como elemento anterior ao próprio *software*, presente nos dados colecionados a partir de situações reais de condução humana, nas quais decisões subjetivas influenciam o comportamento analisado. KARNOW, 1996, 160, fala na própria percepção humana dos dados enquanto elemento disruptor do processo de “*deep-learning*”, pois condiciona a relevância que o sistema vai dar a dados ignorados pelos humanos. RENDA, 2018, 5, a autora aponta para os dados enquanto um problema ético.

⁸⁶ STILGOE, 2018, 29.

⁸⁷ BATHAE, 2018, 900.

⁸⁸ KARNOW, 1996, 156

⁸⁹ SURDEN E WILLIAMS, 2016, 141.

⁹⁰ KARNOW, 1996, 156

⁹¹ DIANGE et.al., 2018, 1461.

⁹² BATHAE, 2018, 902.

⁹³ Ibid., 898, o autor caracteriza os programas informáticos da inteligência artificial pela ausência de regras pré-programadas sobre como solucionar um problema. Diferentemente, estes programas conhecem apenas regras sobre como aprender a partir de dados. Para o autor o processo decisório decorrendo da aprendizagem a partir de experiências é intuitivo.

Esta aparente independência do *software* face ao seu programador, levanta questões de causalidade no plano da imputabilidade da conduta⁹⁴, fazendo sobressair a previsibilidade enquanto elemento essencial da determinação do nexo de causalidade. A dificuldade inerente à descodificação do processo decisório dos *softwares* de inteligência artificial, é o núcleo⁹⁵ da problemática deste trabalho.

1.3.3. Processo Decisório

O sistema de condução autónoma pode ser dividido em três partes: perceção do ambiente, processo decisório e controlo dinâmico.

O processo decisório analisa o ambiente de forma abrangente. É a racionalização da informação obtida através dos sensores, a qual permite prever o movimento de diferentes participantes no ambiente em questão. A partir dessa análise é depois exercida a seleção da manobra e o planeamento do percurso (“*current planning method*”). Finalmente, o controlo dinâmico é a implementação prática deste processo, através de ações, como virar, acelerar ou travar⁹⁶.

O processo decisório dos veículos autónomos é edificado em analogia com os processos humanos, dentro do contexto da condução rodoviária. O ser humano faz uso de dois tipos de memória para aprender a conduzir, a memória declarativa e consciente, e a memória procedimental e física. Paralelamente, existe na inteligência artificial o método de planeamento baseado nos princípios (“*principle-based motion planning*”) e o método baseado nos dados (“*data-based method*”)⁹⁷.

No primeiro, é tanto compreensível como previsível para o programador o processo decisório em que o *software* incorre, porque este é feito através de princípios decorrentes da aprendizagem e experiência anterior que o programador inseriu no *software*. Já a aprendizagem automática e a aprendizagem profunda, enquadram-se no

⁹⁴ COWGER, 2018, 4. Também: KARNOW, 1996, 189.

⁹⁵ KARNOW, 1996, 147.

⁹⁶ SURDEN E WILLIAMS, 2016, 142.

⁹⁷ DIANGE et.al., 2018, 1460

método baseado nos dados, analisando os novos dados recebidos e adaptando-lhes os resultados.

Dentro do método baseado nos dados, que é de maior relevância para este trabalho pela imprevisibilidade de que enferma, foram criados diversos processos decisórios. Independentemente das suas diferenças, todos têm como objetivo planejar a trajetória do veículo, seja dando ênfase à previsão dos obstáculos, seja focando-se no tráfico⁹⁸.

O programa *Markov Decision Process*⁹⁹ é dos mais utilizados dentro da aprendizagem reforçada¹⁰⁰, recorrendo a matemática probabilística para prever a interação entre o agente autónomo e o seu ambiente. A aprendizagem do processo decisório, faz-se atribuindo uma recompensa ao agente pelas interações que tem, alterando o ambiente em consequência destas interações.

Através da descrição de um outro programa, *Multiple Criteria Decision Making*¹⁰¹, cuja operacionalidade ainda não foi comercializada, tentaremos evidenciar de que ponto exato do processo decisório decorre a sua imprevisibilidade.

Neste programa, a arquitetura do sistema consiste em quatro partes: o subsistema percetivo que coleciona a informação disponível quanto ao ambiente do tráfico, através dos sensores; o processo decisório feito com base na informação recebida através do subsistema percetivo; a sequência de escolha das manobras a executar; e finalmente, a execução física das decisões anteriormente tomadas.

Por sua vez, o processo decisório, na segunda parte do sistema, desdobra-se em duas sub-partes. A primeira subparte seleciona uma série de manobras passíveis de se aplicarem à circunstância factual concreta, de acordo com parâmetros de segurança e com as regras de condução. A segunda subfase seleciona, dentro dessa sequência pré-selecionada, a manobra que será posteriormente executada, não se focando na segurança, mas em outros objetivos a alcançar pelo veículo. Os princípios estão estruturados em fora

⁹⁸ KATRAKAZAS et.al., 2015, 428.

⁹⁹ YOU et.al., 2019, 3.

¹⁰⁰ STILGOE, 2018, 30. Ver também: DIANGE et.al., 2018, 1463.

¹⁰¹ KATRAKAZAS et.al., 2015, 428.

piramidal, desintegrando-se o principal objetivo abstrato em vários subprincípios, estes sim operacionais. Como exemplo, podemos atribuir o objetivo principal à chegada em segurança ao destino, o qual consiste em manter uma distância segura tanto dos outros veículos, como das faixas de rodagem, ou seja, diversos subprincípios que concretizam o principal¹⁰².

Existem diversos métodos para determinar a alternativa mais adequada ao objetivo em causa, tais como o “*dominance method*”, “*satisficing method*”, “*sequential elimination method*”, “*scoring method*” ou “*simple additive weighting method*”. Neste último, cada alternativa tem um valor associado, calculado através da multiplicação dos valores das várias funcionalidades que complementam essa alternativa específica. Isto é, cada uma das alternativas é pontuada de acordo com o nível de satisfação com que alcançam os subprincípios, sendo que essa pontuação varia consoante o estado do tráfico. A atribuição destes valores representa um processo heurístico¹⁰³, que pretende refletir as preferências dos condutores humanos¹⁰⁴, concretizando critérios éticos, alguns dos quais controversos.

2. O “*TROLLEY PROBLEM*”

O “*trolley problem*” foi criado por um Professor de Filosofia da Universidade de Wiscosin, em 1905. No cenário imaginado por FRANK CHAPMAN SHARP, um comboio a alta velocidade está destinado a descarrilar caso o maquinista não mude a via ferroviária em que segue o comboio, matando todos os seus passageiros. No entanto, ao assim proceder, o homem irá desviar o comboio para uma outra via, onde se encontra o seu filho a brincar¹⁰⁵. Os dilemas do “*trolley*” - questões ético-filosóficas onde o sujeito é levado a escolher o menor de dois males – vêm tocar no calcanhar de Aquiles dos veículos autónomos, o seu processo decisório¹⁰⁶.

¹⁰² FURDA E VLACIC, 2010, 4.

¹⁰³ KARNOW, 1996, 156.

¹⁰⁴ FURDA E VLACIC, 2010, 4.

¹⁰⁵ AGUIAR-CONRARIA, 2016.

¹⁰⁶ HUANG, 2016, 661

Nas diversas modalidades do problema, a escolha reporta-se frequentemente à morte de uma ou de várias pessoas. O ponto crucial para este trabalho é a responsabilidade que dessas escolhas pode advir¹⁰⁷, e não a escolha em si, para a qual remetem considerações ético-morais¹⁰⁸, que por si só constituem possíveis obstáculos à massificação dos veículos autónomos¹⁰⁹ mas que não serão aqui desenvolvidas.

A responsabilidade está intimamente ligada a quem toma estas decisões, e o “*trolley problem*” parece ser a rara¹¹⁰ situação em que o veículo opera exatamente como devia, sem “*bugs*”¹¹¹ ou falhas do produto (situação para a qual a presente legislação já dispõe de soluções¹¹²), mas em que é inevitável a ocorrência de um dano¹¹³. Esta situação, é um primeiro passo para questionar a suficiência do presente contexto legislativo penal para responder a novos problemas, dentro do contexto dos veículos autónomos. Lançada a dúvida, veremos mais adiante se verdadeiramente se trata de um novo problema, ou apenas da sua reformulação.

Previamente, somos levados a tomar posição quanto à divergência que opõe autores¹¹⁴ que consideram que o programador deve incluir no software uma codificação de valores de cariz ético, designadamente valores que traduzam a retidão de certas condutas humanas face à norma social, daqueles¹¹⁵ que consideram que este se deve abster de o fazer.

Se tivermos em consideração o primeiro entendimento, seríamos levados a concluir uma de duas coisas. Ora que existe um defeito no software, por este ter sido devidamente programado, mas, ainda assim, o veículo ter falhado em responder da forma prevista. Ora, que o programador foi negligente ao não ter corretamente programado aquela situação específica no sistema do veículo autónomo. Neste trabalho, iremos expor

¹⁰⁷ RENDA, 2018, 2.

¹⁰⁸ BONNEFON et.al., 2016, 4. O autor analisa as diferentes teorias, desde o utilitarismo ao contratualismo, que suportam as respostas éticas a este género de problemas.

¹⁰⁹ BIGMAN E GRAY, 2018, 32.

¹¹⁰ HAWKINS, 2018. No acidente da Tesla, a NHTSA concluiu que o camião não foi detetado pelo sensor.

¹¹¹ KARNOW, 1996, 182. Discordante: DOUMA E PALODICHUK, 2012, 133.

¹¹² WESTBROOK, 2017, 139.

¹¹³ COWGER, 2018, 5.

¹¹⁴ BELAY, 2015, 120. NYHOLM E SMIDS, 2016, 1280.

¹¹⁵ ROE, 2019, 338.

a dificuldade, senão mesmo perigosidade, inerente à codificação de valores morais em máquinas, concluindo pela aplicação da segunda compreensão.

Diferentemente, e promovendo a necessidade de codificação ética nos veículos autónomos, BELAY é levado a defender a imputabilidade legal das pessoas que controlam e codificam as decisões éticas que os veículos autónomos poderão ser levados a aplicar¹¹⁶. No entendimento do autor acima referido¹¹⁷, bem como NYHOLM¹¹⁸, as decisões tomadas por um veículo autónomo, decorrem em última instância de um programa inserido anteriormente pelo programador e não de uma decisão espontânea como requer o dilema. Levanta-se a questão da legitimidade¹¹⁹ do programador enquanto repositório dos valores éticos da sociedade no contexto da circulação rodoviária, contexto este em que não raras vezes são postas em risco vidas humanas.

Da descrição feita *supra*, sobre a aprendizagem automática utilizada na programação dos veículos autónomos, decorre, no entanto, que estes não se limitam a seguir a codificação que o programador introduziu no *software*, sendo incerta a sua responsabilização. No processo decisório destes veículos, existe uma reprodução dos valores humanos, que permite ao *software* do veículo escolher entre as múltiplas alternativas, qual a mais adequada ao caso concreto. Trata-se de um processo heurístico, que no contexto humano representa um processo cognitivo empregado em decisões não racionais, operando ao nível do inconsciente. Assim, ROE¹²⁰ considera que o “*trolley problem*” emerge em situações nas quais a programação do veículo não foi pré-determinada. Abordando a problemática de saber quem é responsável por uma omissão que o programa não previa, conclui que o programador não deveria ser responsabilizado caso o veículo tivesse efetuado as tarefas razoavelmente expectáveis e a situação *in casu* fosse imprevisível.

O *Massachusetts Institute of Technology* criou, em 2016, uma “máquina moral”¹²¹ para tentar solucionar esta questão no enquadramento dos veículos autónomos, juntando

¹¹⁶ BELAY, 2015, 120.

¹¹⁷ Ibid., 121, o autor fala mesmo em pré-meditação.

¹¹⁸ NYHOLM E SMIDS, 2016, 1280.

¹¹⁹ SPANGLER, 2017. No mesmo sentido: BELAY, 2015, 122.

¹²⁰ ROE, 2019, 338.

¹²¹ MORAL MACHINE, 2017.

uma série de respostas a diferentes cenários. Algumas destas respostas são consideradas universais - como dar prioridade aos seres humanos, aos mais jovens e em grupos¹²² – outras são controversas¹²³. Certos autores apontam para o perigo que representa programar tais respostas éticas num veículo autónomo, transformando-o numa arma autónoma¹²⁴ e violando o direito fundamental à vida e à igualdade¹²⁵. O resultado seria a pré-determinação, mesmo que em abstrato, das vítimas destes acidentes.

Um cenário típico dos “*trolley problem*” é adaptável aos veículos autónomos, colocando-se um veículo autónomo no lugar do convencional maquinista da linha ferroviária. Aqui, o veículo é colocado na posição de ter de decidir entre preservar a vida do seu passageiro, atropelando mortalmente um peão, ou pelo contrário, dar prioridade ao peão, levando à morte do seu passageiro. O cenário conduz inevitavelmente à morte, ou do passageiro, ou do peão. O dilema encontra-se em decidir quem deve tomar esta decisão¹²⁶.

A controvérsia inerente a decisões ético-morais¹²⁷, como a acima referida, é representada num estudo, em que se refere que a maioria das pessoas, colocadas perante o cenário exposto, concorda com que sejam salvas o maior número de pessoas, mesmo que para tal os passageiros do veículo tenham que morrer. Em homenagem ao “*free-rider problem*”¹²⁸, a generalidade das pessoas respondeu igualmente que teria maior predisposição em comprar um veículo cuja programação desse prioridade à vida dos seus passageiros, independentemente da circunstância em causa¹²⁹. Certos autores são levados a concluir pela rejeição da codificação de leis éticas abstratas em veículos autónomos

¹²² BELAY, 2015, 121.

¹²³ KEELING, 2018, 415.

¹²⁴ SHARKEY, 2018.

¹²⁵ LEVENTHAL, 2018. Existem diretivas da comissão de ética Alemã sobre condução autónoma, a qual recomendou que os carros não procedessem a distinções com base na idade, género ou status social, *The German Ethics Code for Automated and Connected Driving*, Christoph Luetge

¹²⁶ GRIFFIN, 2016.

¹²⁷ BONNEFON et.al., 2016, 4.

¹²⁸ Ibid., 5.

¹²⁹ GRIFFIN, 2016.

quaisquer que sejam - estas ou as de ISAAC ASIMOV¹³⁰ - pela falta de consenso que comportam¹³¹.

2.1. IMPUTAÇÃO

Colocada esta questão no contexto da responsabilidade penal que poderá emergir de escolhas entre o menor de dois males, é essencial compreender a forma como são tomadas estas decisões¹³², por mais raras que sejam as circunstâncias fácticas em que estas se colocam¹³³. No entanto, várias críticas são apontadas à transposição dos dilemas do *trolley* para o contexto dos veículos autónomos, em que ultimamente compete ao veículo tomar a decisão moral de quem deve morrer ou viver.

SPANGLER¹³⁴ critica a falta de enquadramento do dilema. Não sendo exigível a um condutor que saiba solucionar a questão em apreço, torna-se incompreensível a sua aplicação a entidades artificiais desprovidas de consciência moral. No entendimento do autor, acompanhado por GRIEMAN¹³⁵, este tipo de dilema moral seria, pelo contrário, erradicado, graças às capacidades percetíveis dos veículos autónomos, consideradas mais avançadas que as dos condutores humanos.

Ademais, a causa de justificação do estado de necessidade¹³⁶ protegeria os condutores colocados perante o dilema do “*trolley*”. FIGUEIREDO DIAS¹³⁷ exclui essa

¹³⁰ MARCUS, 2012. As três regras de Isaac Asimov: 1) um robô não pode lesionar um ser humano; 2) deve obedecer às ordens dadas pelos humanos, exceto as que conflituam com a primeira regra; 3) deve proteger a sua própria existência desde que tal não conflitua com a primeira ou segunda regras.

¹³¹ JUDITH THOMSON, “Turning the Trolley”, in *Philos Public Affairs*, 2008, Apud NYHOLM E SMIDS, 2016, 1279. A autora faz referência aqui à assimetria do julgamento humano. No mesmo sentido: COWGER, 2018, 6.

¹³² GRIEMAN, 2018, 299. Vide RENDA, 2018, 5: existe ainda uma outra divergência relativamente a quais os critérios que o veículo pode usar para tomar as suas decisões, com base nos sensores (para os veículos *off-line* como o modelo Waymo); informação partilhada entre veículos (comunicação “*Vehicle-to-Vehicle*”); entre carros e as infraestruturas (comunicação “*Vehicle-to-Infrastructure*”); ou ainda com o ambiente em geral (comunicação “*Vehicle-to-Environment*”).

¹³³ RENDA, 2018, 2.

¹³⁴ SPANGLER, 2017.

¹³⁵ GRIEMAN, 2018, 301.

¹³⁶ KEELING, 2018, 416. Para Hallevy as causas de justificação e exclusão da culpa também se aplicam aos veículos autónomos: HALLEVY, 2011, 210.

¹³⁷ FIGUEIREDO DIAS, 2007, 451.

possibilidade, por não ser conforme ao princípio da dignidade da pessoa humana uma comparação quantitativa das vidas em jogo, sendo de considerar uma eventual exclusão da culpa.

Na mesma senda, NYHOLM¹³⁸ aponta para a artificialidade deste dilema, desadequado ao contexto dos veículos autónomos por diversas outras razões. As consequências de atos materiais são geralmente incertas, enquanto que no “*trolley problem*”, cada opção acarreta um desfecho previsível. Se o maquinista puxar a alavanca, o comboio mata uma pessoa, se não puxar mata cinco. Não há margem neste problema para a possibilidade da previsível vítima se aperceber que o comboio vai na sua direção e se desviar da via ferroviária, por exemplo.

Uma segunda crítica apresentada por NYHOLM, consiste no facto desta decisão ser tomada por um grupo de acionistas que determinam o que o programador irá fazer, e não por um único indivíduo como é configurado naquela hipótese do *trolley*, sendo menor o espectro de possíveis soluções à sua consideração¹³⁹.

O autor acima referido, considera também que os veículos autónomos são capazes de ter em conta uma série de considerações fácticas que não estão à disposição da típica vítima deste dilema¹⁴⁰, como sensores e visão 360°, que lhes permitem fazer essa recolha de informação de forma mais produtiva¹⁴¹.

Finalmente, a questão só faz sentido, no contexto dos veículos autónomos, fazendo considerações relativas à responsabilidade moral e legal envolvida, aspeto que não é analisado no “*trolley problem*”¹⁴², e sobre o qual NYHOLM também não toma posição.

Procederemos assim à análise da responsabilidade legal envolvendo veículos autónomos, apresentando teorias avançadas para colmatar a lacuna punitiva que decorre, simultaneamente, da perceção do veículo autónomo enquanto produto e da ausência de

¹³⁸ NYHOLM E SMIDS, 2016, 1276.

¹³⁹ NYHOLM E SMIDS, 2016, 1276.

¹⁴⁰ Ibid., 1282.

¹⁴¹ GRIEMAN, 2018, 301.

¹⁴² NYHOLM E SMIDS, 2016, 1283.

defeitos dos quais decorram um dano, utilizando para esse efeito a hipótese do *trolley*, acima apresentada, como referência. Não obstante os veículos autónomos só estarem sujeitos a responsabilidade legal, se assim a lei o determinar¹⁴³, esta análise cinge-se a teorias académicas por ser ainda escassa a regulação¹⁴⁴ desta temática a nível Europeu¹⁴⁵.

Estas teorias são, nomeadamente, a responsabilidade vicarial do produtor, enquanto responsável pelos atos do veículo, e a responsabilidade do próprio veículo autónomo. Apresentaremos primeiramente, e de forma sumária, os institutos legais da responsabilidade civil e criminal do produtor para compreender porque é que não se aplicam no caso em apreço, nomeadamente por não abrangerem danos para lá do contexto restrito dos defeitos do produto em causa, ou seja, do veículo.

¹⁴³ KOOPS, HILDEBRANDT, E JAQUET-CHIFFELLE, 2010, 517. Como apontam estes autores, a personalidade jurídica, ao contrário da humana, é atribuída pela lei nacional, e não por Tratados Internacionais.

¹⁴⁴ TAKÁCS et.al., 2018, 186. STONE et.al, 2016, 21. JUHASZ, 2018, 1383, ainda não foi adotada nenhuma legislação a nível Europeu quanto à temática da responsabilidade legal dos veículos autónomos, sendo que a Alemanha é o país pioneiro neste momento na regulação da circulação dos veículos autónomos, mas continua a prever a típica figura do condutor (p.1385).

¹⁴⁵ MCCALL et.al., 2019, 510.

II. TESES DE IMPUTABILIDADE

1. O VEÍCULO ENQUANTO PRODUTO

A autonomia é definida por INSAURRALDE¹⁴⁶, enquanto habilidade para tomar as suas próprias decisões, de forma independente, ou seja, com pouca ou nenhuma intervenção humana. Os sistemas autónomos são capazes de dirigir as suas próprias ações face a condições externas em mutação ou imprevisíveis¹⁴⁷. Diferentemente, um sistema automático segue decisões já tomadas, processo no qual se limita a agir em conformidade com algo pré-determinado.

O autor acima referido¹⁴⁸, assim como WESTBROOK¹⁴⁹, consideram que o processo decisório do veículo autónomo, é automático¹⁵⁰. É ilusório, argumentam ainda STILGOE¹⁵¹ e GRIEMAN¹⁵², considerar que os veículos autónomos dotados de aprendizagem automática são autodidatas. A autonomia destes veículos é um nome enganador, levando a crer que estes teriam vontade própria, quando na realidade se refere à imprevisibilidade que é gerada pelos processos de aprendizagem profunda¹⁵³. Já para SMART¹⁵⁴, a criatividade das soluções que os *softwares* inteligentes alcançam, é em muito diferente das soluções humanas, sendo por vezes inovadora, mas sempre pré-determinada pelo programador. O veículo é assim considerado por estes autores, por diversos motivos, um instrumento¹⁵⁵ nas mãos do seu programador¹⁵⁶.

¹⁴⁶ INSAURRALDE E LANE, 2014, 42.

¹⁴⁷ WESTBROOK, 2017, 131.

¹⁴⁸ INSAURRALDE E LANE, 2014, 42.

¹⁴⁹ WESTBROOK, 2017, 116, o autor aplica analogicamente aos veículos autónomos os casos jurisprudenciais de aviões em modo automático, “*considering that AVs arguably employ a form of automobile autopilot*”.

¹⁵⁰ GRAÇA TRIGO, 2017, 60. Para a autora não existe antagonismo entre a vontade e comportamentos automáticos, “pois a ação voluntária necessita de esquemas garantidos de realização eficaz de fins, os quais são constituídos em grande parte por respostas instantâneas e não consciencializadas”.

¹⁵¹ STILGOE, 2018, 43.

¹⁵² GRIEMAN, 2018, 230. O autor adiciona que o produtor (na veste de programador) é quem toma as decisões, mesmo que numa fase muito inicial do processo de aprendizagem (p.300).

¹⁵³ STILGOE, 2018, 35. Também: VINCENT, 2019.

¹⁵⁴ SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017, 8. No contexto do direito civil.

¹⁵⁵ WESTBROOK, 2017, 124.

¹⁵⁶ HALLEVY, 2011, 205. Correspondendo à teoria do “*Perpetration-by-Another Liability*” de Hallevy quando este tenha dolo, e à teoria do “*Natural-Probable-Consequence Liability*” quando haja negligência.

A opacidade¹⁵⁷ dos processos decisórios dos veículos autónomos, intitulado “*black-box problem*”¹⁵⁸, é utilizado como argumento para defender a responsabilidade dos produtores¹⁵⁹. Para BATHAE, que aborda a doutrina legal da causalidade e intenção de forma transversal aos diferentes ramos do Direito¹⁶⁰, não obstante este considerar o processo decisório intuitivo¹⁶¹ e imprevisível para o produtor¹⁶², é apologista da sua responsabilidade, pois o produtor fez uso de uma tecnologia não obstante estas características, sendo essa utilização considerada negligente caso daí resulte um dano¹⁶³. Face a este argumento, iremos agora analisar a possível responsabilização do produtor, introduzindo a responsabilidade criminal pelo produto após a contextualização desta figura no direito civil, da qual brotou.

1.1. RESPONSABILIDADE CIVIL DO PRODUTOR

Faremos uma breve alusão à responsabilidade civil do produtor, embora esta se encontre excluída do âmbito penalista deste trabalho, por ser um elemento indispensável à compreensão da responsabilidade criminal pelo produto, a qual será igualmente afastada como veremos.

Desta via civilista, servem se ainda alguns autores, como SPURGEON¹⁶⁴, para avançar a rejeição do tratamento desta matéria pelo Direito Penal, baseando-se para tal na censurabilidade da conduta¹⁶⁵, e na natureza punitiva da pena criminal, aplicando-se assim a regra da *ultima ratio* que rege este ramo legal. Considerações que não teremos

¹⁵⁷ SURDEN E WILLIAMS, 2016, 157.

¹⁵⁸ RENDA, 2018, 7.

¹⁵⁹ GRIEMAN, 2018, 300. Aqui no contexto da responsabilidade civil.

¹⁶⁰ BATHAE, 2018, 908. Aborda tanto o direito civil como penal. Para o autor, a inteligência artificial é desprovida de intenção, e dificilmente podemos retroceder este elemento ao produtor pela imprevisibilidade da inteligência artificial, deixando um vazio punitivo. O autor apresenta uma escala flexível de imputabilidade consoante exista transparência no modo de agir do agente de inteligência artificial ou não, e consoante este é supervisionado ou não. Apresenta quatro figuras possíveis cruzando os critérios apresentados.

¹⁶¹ Ibid., 902.

¹⁶² Ibid., 907.

¹⁶³ Ibid., 935. Em sentido contrário: KARLSSON, 2017, 27.

¹⁶⁴ W SPURGEON E FAGAN, 1981, 410. Também: GRIEMAN, 2018; SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017; KARNOW, 1996.

¹⁶⁵ Algo que LIMA, 2018, 696. e WESTBROOK, 2017, 135, consideram inexistente no contexto dos veículos autónomos pela natureza imprevisível destes sistemas.

em conta na análise que se segue, focando-nos somente no juízo de imputação objetivo da responsabilidade penal.

Em Portugal, a responsabilidade objetiva do produtor encontra-se regulada no Decreto-Lei n.º 383/89, de 6 de novembro. Esta responsabilidade¹⁶⁶, é aferida de acordo com o critério da previsibilidade dos defeitos pelo seu produtor, com recurso ao critério do conhecimento deste, da possibilidade de uma pessoa média poder razoavelmente prever o defeito¹⁶⁷, ou do estado da arte ao momento da sua produção permitir a sua revelação¹⁶⁸. À luz deste regime, produtor é qualquer “fabricante do produto acabado, de uma parte componente ou de matéria-prima” (artigo 1º), pelo que parece poder enquadrar-se aqui a figura do programador¹⁶⁹, enquanto fabricante da parte componente em que consiste o *software*, razão pela qual não faremos uma distinção entre as figuras do produtor e do programador, não despendendo da sua relevância.

A definição utilizada para definir “produto” é bastante lata, sendo produto “uma qualquer coisa móvel, ainda que incorporada noutra coisa móvel ou imóvel” (artigo 1º do diploma legal acima referido), não havendo dúvidas quanto à integração de um veículo autónomo nesta definição. Relativamente ao defeito do produto, que faz surgir na esfera jurídica do produtor a responsabilidade legal, da qual poderá advir a obrigação de indemnizar, este defeito ocorre “quando (o produto) não oferece a segurança com que legitimamente se pode contar, tendo em atenção todas as circunstâncias, designadamente a sua apresentação, a utilização que dele razoavelmente possa ser feita e o momento da sua entrada em circulação” (artigo 4º). Como explica MARIA DA GRAÇA TRIGO¹⁷⁰, o elemento normativo relativo à segurança tem duas componentes: a objetiva que diz respeito à “aptidão do bem para causar danos”, e a subjetiva, relativa às “expectativas legítimas do consumidor”.

¹⁶⁶ MOOLAYIL, 2018, 20. O autor sublinha que a Mercedes-Benz e a Google ambas aceitaram ser responsabilizadas por acidentes que envolvam os seus veículos autónomos, nos quais estes tenham sido considerados “culpados”.

¹⁶⁷ KARNOW, 1996, 189. A figura do “homem médio” não parece suscetível de aplicação analógica aos veículos autónomos, segundo BELAY, 2015, 121.

¹⁶⁸ ASARO, 2016, 191.

¹⁶⁹ Por esta razão, não iremos distinguir as figuras do produtor e do programador no tratamento da responsabilidade civil e criminal pelo produto.

¹⁷⁰ GRAÇA TRIGO, 2017, 107.

Caso se considere, que o veículo autónomo é capaz de integrar o cenário apresentado, o produtor é responsável independentemente de culpa, pelos danos resultantes de morte ou lesão física. Compete ao lesado fazer a prova do nexo de causalidade entre o defeito do produto e o dano que sofreu¹⁷¹. O juízo de censura, enquanto requisito da imputação subjetiva do dano ao produtor, e o nexo de causalidade, são modernizados, passando a valer para este um juízo probabilístico com base na produção do risco e não tanto na descrição natural do evento¹⁷².

Dentro da responsabilidade do produtor poderia ser defendida a sua negligência¹⁷³, por se considerar que naquelas circunstâncias específicas o produtor poderia ter previsto que a escolha de um determinado curso de ação resultaria num dano, tendo à sua disponibilidade a possibilidade de agir de outra forma. Entre os meios de defesa do produtor encontra-se o artigo 5º, alínea e) do Decreto-Lei n.º 383/89, que exclui a responsabilidade do produtor por riscos de desenvolvimento. Tratam-se de “riscos desconhecidos no momento da produção e/ou comercialização do produto por falta de conhecimentos científicos e técnicos àquele tempo”¹⁷⁴. Estes riscos têm de ser incognoscíveis e imprevisíveis¹⁷⁵ para terem como efeito a exclusão da responsabilidade do produtor.

É complexa¹⁷⁶ a materialização do que é expectável relativamente a um *software*, sistema caracterizado pela imprevisibilidade¹⁷⁷. Para COWGER¹⁷⁸, a única escolha que o produtor fez foi utilizar um algoritmo funcional, dentro dos parâmetros do estado da arte. BATHAE¹⁷⁹ acompanha este último entendimento, defendendo não ser possível ao produtor (ou ao utilizador, figura que o autor também toma em consideração) antecipar

¹⁷¹ Ibid., 110.

¹⁷² AIRES DE SOUSA, 2014, 117.

¹⁷³ LIMA, 2018, 691. DOUMA E PALODICHUK, 2012, 128. Aqui, o autor vai mais além, considerando que o produtor retira a presença do condutor do cenário fático de forma intencional, mas não concluindo quanto à sua responsabilidade.

¹⁷⁴ AIRES DE SOUSA, 2014, 111.

¹⁷⁵ COELHO, 2017, 42. Para além do obstáculo da previsibilidade dos riscos, a origem do problema encontrando-se ao nível do processo decisório do *software*, surge a problemática de saber se à luz desta teoria o *software* pode ser considerado um produto. Enquanto COWGER, (2018, 11) e CALVÃO DA SILVA (Apud COELHO, 2017, 16) consideram a integração do *software* no *hardware*, suficiente para lhe atribuir tangibilidade, JEFFREY (Apud COWGER, 2018, 11) reconhece a incorporeidade do algoritmo em que consiste o *software*, levando-o a defender a rejeição deste enquanto produto.

¹⁷⁶ COWGER, 2018, 13.

¹⁷⁷ Ibid., 8.

¹⁷⁸ Ibid., 43.

¹⁷⁹ BATHAE, 2018, 923.

os efeitos danosos do programa que criou e ajustá-lo em função desse conhecimento prévio. SMART¹⁸⁰ e KARNOW¹⁸¹, concordam com aquele argumento, sendo precisamente pela imprevisibilidade própria destes sistemas emergentes¹⁸², que se torna arbitrária a atribuição de culpa a um qualquer agente envolvido no processo de criação do veículo, seja o produtor ou o programador. Todavia, SMART¹⁸³ acaba por concluir que, por essa razão, deve ser afastada a responsabilidade criminal, afirmando-se a responsabilidade civil objetiva do produtor.

Alguns dos conceitos que acabamos de abordar são úteis¹⁸⁴ para a compreensão da responsabilidade criminal pelo produto, pois foi na responsabilidade civil objetiva do produtor, que se inspirou aquela figura legal¹⁸⁵, a qual nos interessa agora descrever.

1.2. RESPONSABILIDADE CRIMINAL PELO PRODUTO

“*Products Culpability*”¹⁸⁶ é um instituto penal que vigora na Alemanha onde, diferentemente da compreensão civilista da responsabilidade do produtor, o nexo causal não é objetivo ou probabilístico¹⁸⁷, exigindo-se a previsibilidade concreta do dano causado, através do recurso a “hipóteses concretas de explicação causal”¹⁸⁸, formuladas pelos peritos, sem para tanto se exigir a certeza da explicação causal¹⁸⁹. É essa previsibilidade, cognoscível ao agente, que faz recair sobre ele a possibilidade de evitar aquele resultado¹⁹⁰.

¹⁸⁰ SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017, 2.

¹⁸¹ KARNOW, 1996, 191.

¹⁸² SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017, 8.

¹⁸³ Ibid., 28.

¹⁸⁴ AIRES DE SOUSA, 2014, 655.

¹⁸⁵ AIRES DE SOUSA, 2014, 17. Também, WESTBROOK, 2017, 125-129, teoria a que o autor chama de “*products culpability*”.

¹⁸⁶ WESTBROOK, 2017, 126.

¹⁸⁷ AIRES DE SOUSA, 2014, 605.

¹⁸⁸ Ibid., 610.

¹⁸⁹ Ibid., 610 e 605. Não pode ser suprido pelo conhecimento jurídico, nomeadamente “através do critério da livre convicção do julgador, devendo operar sim o princípio *in dubio pro reo*, sob pena de se ficcionar uma realidade inexistente”.

¹⁹⁰ Ibid., 498.

Enquanto responsabilidade pela negligência, exige-se que o produtor se certifique que o produto é seguro, de acordo com as requisitos científicos e técnicos correntes, antes de o comercializar¹⁹¹. Mesmo depois de introduzido no mercado, o produtor tem o dever de emitir avisos relativamente a danos resultantes do uso do produto, assim como de reparar os produtos defeituosos, podendo chegar ao ponto de ter que os retirar do mercado.

Esta responsabilidade, configurada no contexto do presente trabalho, seria baseada na relação entre o produtor e o condutor do veículo autónomo, decorrendo da quebra de um dever de cuidado por aquele primeiro, seja através de um ato ou de uma omissão¹⁹².

A *ratio* deste instituto não é a criação ilegal de um risco, mas antes o facto do produtor, na procura de lucro, legitimamente criar um risco para o público, sem poder controlar e prever com segurança os danos que daí resultarão¹⁹³. Para FIGUEIREDO DIAS, estas condutas só se tornam relevantes em ultima instância, pela frequência com que surgem nos domínios da “criminalidade de massa”, tendo várias e indeterminadas vítimas. Para o autor, estas condutas não são proibidas só por si, exigindo-se um “tipo aditivo ou acumulativo”, ou seja, a conduta de um terceiro consumidor, que provável e previsivelmente se soma aquela primeira conduta do produtor, e da qual resultaram danos para o bem jurídico tutelado, neste caso para a vida ou integridade física do consumidor.

A responsabilidade criminal pelo produto advém da criação de situações de risco ou de efetiva lesão de bens-jurídico-penalmente tutelados, decorrentes da distribuição e comercialização de produtos defeituosos ou perigosos¹⁹⁴. A ideia subjacente a este diploma é o combate a produtos que sejam fonte de perigo, em razão de erros no “processo de conceção, de produção, de conservação ou de comercialização dos bens”¹⁹⁵, e não que sejam inaptos ou inidóneos a realizar o fim a que se destinam¹⁹⁶. Como explica AIRES DE

¹⁹¹ GLESS et.al., 2016, 427. Tem que existir consciência do risco.

¹⁹² KARLSSON, 2017, 24. O legislador português fez equiparar a omissão à ação no artigo 10º do Código Penal, onde não existe uma conceção naturalística causal, para suplantar as dificuldades inerentes à imputação objetiva dos crimes de resultado: AIRES DE SOUSA, 2014, 616.

¹⁹³ GLESS et.al., 2016, 428.

¹⁹⁴ AIRES DE SOUSA, 2014, 147 e 149. Toledo y Ubieto acrescentam a fabricação, importação e expedição.

¹⁹⁵ Ibid., 659.

¹⁹⁶ COELHO, 2017, 17.

SOUSA¹⁹⁷, “a responsabilidade criminal pelo produto está referida em primeira linha a uma responsabilidade pelo modo de produção e não pelo tipo de produção”. Este risco proibido tem de ser cognoscível, criado *ex ante* com base numa atuação contrária a um dever¹⁹⁸.

Esta figura é inexistente no ordenamento jurídico Português, com exceção do artigo 282º do Código Penal relativo a substâncias alimentares ou medicinais corrompidas, segundo AIRES DE SOUSA¹⁹⁹, deixando um “vazio punitivo”²⁰⁰, quando esses danos derivem de produtos perigosos ou defeituosos que não tenham natureza alimentar ou medicinal. Seria precisamente neste vazio que cairia o caso, de que nos ocupamos, do produto ser um veículo autónomo. Como tal, para proteger os bens jurídicos que estas normas tutelam, nomeadamente a vida e integridade física do consumidor, é necessário recorrer aos crimes de homicídio (artigo 131º do Código Penal) e ofensas à integridade física²⁰¹ (artigo 143º do Código Penal). A responsabilidade criminal por produtos perigosos está limitada aqueles tipos legais, o que levanta problemas no plano da causalidade e imputação objetiva²⁰², do resultado penalmente desvalioso à conduta de produção ou comercialização de bens defeituosos ou perigosos.

Foi face à desadequação²⁰³, daqueles tipos criminais clássicos em tutelar os bens jurídico-penais do consumidor, que certas legislações autonomizaram esta figura. Originalmente pertencente ao espectro civilista²⁰⁴, foi transposta para o direito penal onde tipicamente regia uma ideia de “impermeabilidade ao dano do produto”²⁰⁵. AIRES DE SOUSA, aborda o tema com grande minúcia, explicando que contrariamente ao direito

¹⁹⁷ AIRES DE SOUSA, 2014, 659.

¹⁹⁸ Ibid., 220. Fazendo emergir na esfera jurídica do produtor um dever de garante. Existem várias teorias para fundamentar esse dever de garante. KUHLEN defende que “a produção e introdução no comércio de bens impõe, na sociedade atual, uma atividade tão arriscada que desencadeia uma posição de garante do produtor e do distribuidor, independentemente de, ao tempo da introdução no mercado, ser ou não cognoscível a anormal perigosidade de determinados produtos”. Para HILGENDORF a ideia é a mesma, mas o dever de garante “pelas fontes de perigo exploradas e situadas na esfera de responsabilidade do agente tem o seu fundamento no dever de controlo e segurança no tráfico que recai sobre aquele que detém uma indústria perigosa”. Como aponta a autora, este tipo de dever é já reconhecido no âmbito dos delitos rodoviários. Inovador é KÜHNE, que propõe uma responsabilidade criminal do produtor pelo risco, sem que seja necessário averiguar a causalidade pelos danos que decorram desses bens.

¹⁹⁹ AIRES DE SOUSA, 2014, 274.

²⁰⁰ Ibid., 659.

²⁰¹ Ibid., 274.

²⁰² Ibid., 595.

²⁰³ Ibid., 19.

²⁰⁴ Ibid., 151.

²⁰⁵ PIERGALINI, CARLO “La responsabilità del produttore...”, p.355, Apud AIRES DE SOUSA, 2014, 19.

civil, onde a responsabilidade é objetiva, esta figura legal não foi perspectivada autonomamente do instituto da responsabilidade no âmbito penal, mas antes enquanto conjugação de uma série de casos centrados em volta do problema do consumo de bens defeituosos ou perigosos, não se lhe deixando de aplicar o tradicional quadro de imputação penal²⁰⁶. O direito penal, estruturado por exigências constitucionais, não se adapta à realidade com a mesma maleabilidade do direito civil²⁰⁷.

1.2.1. Nexo Causal

O nexu causal, que “implica a ligação natural entre um resultado e uma conduta, suficiente para que se possa estabelecer, entre aqueles elementos, uma conexão jurídica, mas dela não decorre necessariamente a atribuição normativa daquele resultado ao agente”²⁰⁸, faz-se complementar da criação, ou agravamento, de um risco juridicamente desaprovado²⁰⁹. Na responsabilidade criminal pelo produto, aquele pressuposto da imputação objetiva encontra um primeiro obstáculo²¹⁰, que consiste em delinear, no contexto do desenvolvimento tecnológico, o que é um risco permitido ou proibido²¹¹. Efetivamente, a criação ou agravamento do risco proibido deve ser o que efetivamente causou o resultado danoso, tendo essa conduta que ser identificada concretamente e não em abstrato²¹².

Porém, o principal problema ao nível do nexu causal na responsabilidade criminal pelo produto encontra-se na distância temporal e espacial que separa a conduta do produtor do resultado lesivo²¹³, de tal forma dilatada que pode por vezes fazer lembrar a

²⁰⁶ AIRES DE SOUSA, 2014, 151.

²⁰⁷ Ibid., 169.

²⁰⁸ Ibid., 424.

²⁰⁹ Ibid., 493.

²¹⁰ Ibid., 615.

²¹¹ Ibid., 2014, 612: A autora distingue três níveis de perigosidade: as que decorrem das regras técnica (para as colocações em perigo de carácter individual), do estado da técnica (para uma generalidade) e o estado da ciência (generalidade indeterminada). Quando tal ainda não se encontre solidificado, há que recorrer ao mais recente conhecimento técnico ou científico. Mas nos casos em que não se exige nenhuma autorização é ainda mais complexo porque aqueles parâmetros não servem de apoio, não sendo exigível ao autor que tenha esses conhecimentos.

²¹² Ibid., 615.

²¹³ FIGUEIREDO DIAS, 2007, 345.

crítica apontada à teoria da equivalência relativamente ao efeito *regressus ad infinitum*, decorrente de serem tidas em conta uma amplitude excessiva das causas do crime²¹⁴.

Nas palavras de AIRES DE SOUSA²¹⁵, “A aplicação do modelo de imputação próprio dos delitos de resultado no âmbito da casuística da responsabilidade pelo produto revela alguma complexidade. Haverá que indagar da relação entre esses danos (morte ou ofensa) e a aquisição e consequente uso dos bens. Juízo complexo, desdobrável em distintos momentos ou dimensões²¹⁶”. Dos distintos momentos subsequentes à produção e comercialização do produto, é necessário que o dano resulte do bem consumido, e não, por exemplo, do seu mau uso pelo consumidor²¹⁷.

O problema crucial, para GLESS²¹⁸, BATHAE²¹⁹ e KARNOW²²⁰, encontra-se igualmente ao nível do nexo de causalidade. A característica distintiva dos programas de inteligência artificial²²¹, a autonomia, parece quebrar²²² aquele nexo causal, entre a conduta do produtor e o dano²²³: não existe uma pré-programação de regras sobre como solucionar o problema em causa, mas apenas regras sobre como aprender a partir da análise dados²²⁴. O programador limita-se a treinar o *software* de acordo com exemplos, que aquele depois generaliza²²⁵. Mas não é possível controlar²²⁶ ou prever a reação do veículo a novos dados.

Ora, o nexo causal na conceção jurídico-penalista da responsabilidade pelo produto exige uma previsibilidade objetiva do dano causado²²⁷, que fundamente a atribuição de responsabilidade ao agente, o qual deve poder orientar-se pelos

²¹⁴ FIGUEIREDO DIAS, 2007, 324.

²¹⁵ AIRES DE SOUSA, 2014, 607.

²¹⁶ Ibid., 607: “Para além disto, o cenário empresarial em que toma lugar este tipo de responsabilidade coloca outras questões complexas como a pluralidade de agentes na realização do facto ou da emergência de um dever de garantia que fundamente a responsabilidade por omissão”.

²¹⁷ AIRES DE SOUSA, 2014, 609.

²¹⁸ GLESS et.al., 2016, 432.

²¹⁹ BATHAE, 2018, 898.

²²⁰ KARNOW, 1996, 149. Aqui no contexto da responsabilidade civil.

²²¹ BATHAE, 2018, 899.

²²² GLESS et.al., 2016, 432.

²²³ HALLEVY, 2010, 190.

²²⁴ GLESS et.al., 2016, 414.

²²⁵ SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017, 9 e 12. Também: BATHAE, 2018, 898.

²²⁶ SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017, 13.

²²⁷ AIRES DE SOUSA, 2014, 605.

conhecimentos fácticos da normalidade do acontecer, exigência essa que não se encontra verificada²²⁸ se entendermos que:

*“Um veículo autónomo é em parte produto de um engenheiro, e em parte uma máquina autodidata”*²²⁹.

1.2.2. Improcedência da teoria

Este tipo de responsabilidade, no contexto dos veículos autónomos, pressupõe que estes sejam considerados como produtos, algo que como vimos a propósito da responsabilidade civil, não parece colocar grandes dificuldades. Pressupõe igualmente, que esse produto tenha um defeito ou seja perigoso.

Na maioria dos acidentes rodoviários, o cenário mais fácil de imaginar será sempre aquele em que efetivamente o veículo tem um defeito, como foi o caso do acidente²³⁰ que ocorreu com o veículo da *Tesla*, em que a NHTSA concluiu que o camião não foi detetado pelo sensor.

No entanto, neste trabalho viemos colocar a problemática de o acidente não resultar de nenhum defeito, como no exemplo do *Trolley Problem* em que o veículo é levado a tomar uma decisão legítima que vai levar a um dano inevitável. Face a esta hipótese, será de afastar a aplicação da responsabilidade criminal pelo produto por não se encontrarem preenchidos os seus pressupostos legais.

²²⁸ AIRES DE SOUSA, 2014, 616: No entanto, a autora avança uma forma de ultrapassar esta dificuldade, recorrendo à equiparação que a lei faz entre ações e omissões no seu artigo 10º (Código Penal). Um dever de cuidado, que surge do “avanço dos conhecimentos em torno do produto”, fundamentaria assim a obrigação do produtor em abster-se de praticar atos que coloquem em perigo a vida e integridade física dos consumidores, produzindo e comercializando um produto de cuja utilização possa resultar um efeito danoso. A violação deste dever de cuidado constituiria um risco proibido, impondo-se a responsabilidade criminal do produtor por esta vida.

²²⁹ GLESS et.al., 2016, 414.

²³⁰ HAWKINS, 2018.

As limitações inerentes²³¹ a esta figura levam LIMA²³² e WESTBROOK²³³ a sustentar a responsabilidade vicarial do produtor, que introduziremos de seguida, onde é atribuída responsabilidade ao agente principal a cargo de quem age um segundo agente subordinado²³⁴

1.3. *RESPONDEAT SUPERIOR*

Os dois institutos legais acima mencionados, consideram que o produtor age por intermédio do *software* integrado no veículo autónomo²³⁵. As decisões tomadas pelos veículos autónomos são, em última instância, resultado da codificação inserida pelo produtor e as suas reações serão pré-determinadas por este²³⁶.

Contudo, a categorização de um veículo autónomo enquanto objeto ou produto²³⁷, é contestada, pelo facto deste produto ser inteligente²³⁸ e como tal dotado de características únicas não partilhadas com os restantes produtos²³⁹, merecendo ser destacado.

KARLSSON²⁴⁰ considera que os agentes autónomos da inteligência artificial não podem ser responsabilizados pelos seus atos por não terem personalidade legal²⁴¹, militando então pela responsabilidade das figuras do “*man behind the machine*”²⁴², o “*user, supervisor, producer*”. Para FREITAS este é o “*punctum crucis*”²⁴³ da questão, assim como para WESTBROOK²⁴⁴: a escolha entre a objetivação ou a personificação dos agentes de inteligência artificial:

²³¹ KARLSSON, 2017, 32.

²³² LIMA, 2018, 692.

²³³ WESTBROOK, 2017, 121.

²³⁴ BATHAE, 2018, 934. DOUMA E PALODICHUK, 2012, 128. Douma menciona a responsabilidade vicarial do detentor do veículo face ao condutor efetivo daquele.

²³⁵ LIMA, 2018, 682.

²³⁶ BELAY, 2015, 121. DOUMA E PALODICHUK, 2012, 136.

²³⁷ Protegido enquanto propriedade intelectual. KRAUSOVÁ, 2017, 58.

²³⁸ TOM VANDERBILT, 20120.

²³⁹ DOUMA E PALODICHUK, 2012, 141-143.

²⁴⁰ KARLSSON, 2017, 23.

²⁴¹ ASARO, 2016, 192.

²⁴² GLESS et.al., 2016, 432.

²⁴³ Expressão usada por FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 6.

²⁴⁴ WESTBROOK, 2017, 123.

“Sujeito é alguém que age, e objeto é alguém ou algo relativamente ao qual se age”²⁴⁵. Mas sujeito é igualmente “alguém (ou algo) que age em nome de outra pessoa”²⁴⁶.

BATHAE²⁴⁷ faz operar a figura do *respondeat superior* em circunstâncias nas quais seja previsível uma possível externalização dos riscos, pois aqui o produtor ou o utilizador, (o autor considera as duas figuras), teriam utilizado o agente de inteligência artificial independentemente da imprevisibilidade do seu processo-decisório, devendo considerar-se que, um ou outro, agiram de forma negligente.

WESTBROOK²⁴⁸ faz uso do mesmo instituto legal, no qual o sistema autónomo é o condutor, que age em representação do produtor, que tem a direção e controlo daquele. LIMA²⁴⁹ propõe uma análise casuística da responsabilidade vicarial do produtor, tendo em conta o grau de controlo, a sofisticação do agente autónomo e a seriedade do crime em causa, impondo uma limiar mínimo de controlo pelo produtor que seja proporcional à seriedade das consequências adscritas à responsabilidade penal.

Para quem entenda que os atos do veículo autónomo são pré-determinados pelo programador²⁵⁰, caso em que sempre haverá uma pessoa humana por detrás do veículo, poder-se-ia atribuir responsabilidade ao veículo autónomo a título de representação do seu programador, em analogia ao que acontece com as pessoas coletivas face aos seus trabalhadores ou subordinados. A exigência de haver uma pessoa por detrás do veículo só é uma questão que exija prévia discussão, para os modelos de responsabilidade indireta das pessoas coletivas, e já não para os modelos de autorresponsabilidade²⁵¹, onde o ente responde pelos seus próprios atos. Visto que em Portugal, o modelo seguido para este tipo responsabilidade é vicarial, como veremos, enquanto modelo intermédio entre aqueles outros dois, deve ser dado valor a esse problema.

²⁴⁵ FLETCHER, GEORGE P., “Basic Concepts of Criminal Law”, p. 43. Oxford University Press, Oxford, 1998, Apud FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 6.

²⁴⁶ KOOPS, HILDEBRANDT, E JAQUET-CHIFFELLE, 2010, 506.

²⁴⁷ BATHAE, 2018, 935.

²⁴⁸ WESTBROOK, 2017, 120. O autor dá o exemplo da empresa Google que promove aos seus clientes que o veículo se encarrega da experiência de condução.

²⁴⁹ LIMA, 2018, 692.

²⁵⁰ Entre outros: WESTBROOK, 2017, 136.

²⁵¹ SOUSA, 2016, 15.

A legislação Portuguesa consagra o modelo da responsabilidade vicarial²⁵², recorrendo a um catálogo taxativo de crimes pelos quais uma pessoa coletiva pode ser responsabilizada (artigo 11º do Código Penal). Nestes crimes, é essencial a figura humana²⁵³ que representa ou que trabalha no âmbito daquela pessoa coletiva. A responsabilidade da pessoa coletiva é independente do seu representante ou trabalhador²⁵⁴, mas é dela imergente. Mas por não existir transferência da responsabilidade de uma figura para a outra, teria de ser concedida a qualidade de agente ao veículo autónomo, ideia que aprofundaremos de seguida.

Dentro do contexto Europeu, a atribuição de responsabilidade penal das pessoas coletivas não é unânime. Na Alemanha, precisamente pela questão do “ato”, não existe responsabilidade criminal das pessoas coletivas²⁵⁵, vigorando ainda a premissa segundo a qual aos entes coletivos não é possível delinquir²⁵⁶. GLESS²⁵⁷ aprofunda, esclarecendo que um ato requer uma vontade autónoma²⁵⁸, não dominada por mais ninguém senão pelo próprio agente, entendimento que foi defendido por nós inicialmente por Eduardo Correia²⁵⁹. No entanto, GERMANO MARQUES DA SILVA²⁶⁰ concretiza a atribuição de responsabilidade aos entes coletivos de forma dependente, não de uma vontade natural, mas de uma vontade orgânica.

Nesta teoria do *respondeat superior*, enquanto teoria de imputação entre várias outras para as quais remetemos²⁶¹, opta-se pela personificação do veículo autónomo, que deixa de ser considerado uma coisa, e passa a ser um verdadeiro agente. Mesmo que, enquanto agente, este seja considerado subordinado, de nível inferior à pessoa coletiva, não se confunde com a ideia de instrumentalização inerente às coisas ou objetos. Esta

²⁵² HANNA, 1989, 453.

²⁵³ BROZEK E JAKUBBIEC, 2017, 301. É na pessoa humana que se averigua o preenchimento dos pressupostos do tipo de ilícito em causa, nomeadamente o pressuposto do dolo do tipo.

²⁵⁴ HANNA, 1989, 462. Fala na teoria do “*corporate mens rea*”, atribuindo estados morais às pessoas coletivas.

²⁵⁵ FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 4.

²⁵⁶ SOUSA, 2016, 9.

²⁵⁷ GLESS et.al., 2016, 419.

²⁵⁸ Para Freitas, esta conceção voluntarista do ato encontra-se ultrapassada. FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 9.

²⁵⁹ SOUSA, 2016, 8.

²⁶⁰ GERMANO MARQUES DA SILVA, *Responsabilidade Penal das Sociedades e dos seus Administradores e representantes*, Editorial Verbo, 2009, p.133, Apud SOUSA, 2016, 11.

²⁶¹ SOUSA, 2016, 15.

figura apoia-se precisamente numa ideia de estrutura hierárquica²⁶², segundo a qual a “pessoa coletiva responde penalmente pelo crime cometido por qualquer pessoa da coletividade”²⁶³.

Pois bem, um veículo só pode ser considerado agente, sendo que não tem características humanas, atribuindo-lhe legalmente personalidade jurídica, como acontece com as pessoas coletivas, entidades que não são humanas, mas às quais o Código Penal atribui a suscetibilidade de serem criminalmente responsáveis, como já referimos.

1.3.1. A Personalidade Jurídica das Pessoas Coletivas

Baseando-se o Direito Penal na conduta do agente, a doutrina viu como necessária a atribuição de personalidade jurídica, para que tal não deixasse de ser verdade, quando considerada a responsabilidade criminal das pessoas coletivas²⁶⁴. “A personalidade jurídica é uma qualidade jurídica em virtude da qual se é pessoa em Direito, e (...) expressa o denominador comum de todos os sujeitos jurídicos”²⁶⁵. Desta personalidade jurídica é que decorre a suscetibilidade de se ser sujeito de direitos ou obrigações jurídicas²⁶⁶.

As pessoas coletivas são consideradas pela doutrina como uma criação legal, por detrás das quais se juntam pessoas humanas²⁶⁷. Ao abordar a possibilidade de atribuir personalidade jurídica²⁶⁸ ao veículo autónomo *per se*, os autores apontam para uma mudança de paradigma: deixaria de existir uma componente humana na pessoa legal fictícia²⁶⁹, presente nas pessoas coletivas convencionais²⁷⁰.

²⁶² GERMANO MARQUES DA SILVA, *Responsabilidade Penal das Sociedades e dos seus Administradores e representantes*, Editorial Verbo, 2009, p.133, Apud SOUSA, 2016, 23.

²⁶³ SOUSA, 2016, 23.

²⁶⁴ BARTOLINI, TETTAMANTI E VARGA, 2017, 796.

²⁶⁵ RAMOS, 2014, 125.

²⁶⁶ DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO, LEXIONÁRIO.

²⁶⁷ LIMA, 2018, 687.

²⁶⁸ Resolução do Parlamento Europeu de 16 Fevereiro de 2017 com recomendações à Comissão sobre Legislação Civil sobre Robótica (2015/2103), na qual defende a atribuição de “direitos e deveres” aos robôs autónomos, Apud RENDA, 2018, 12.

²⁶⁹ WEIN, 1992, 109.

²⁷⁰ PAGALLO, 2010, 398.

Ora, a personalidade jurídica das pessoas coletivas é lhe reconhecida precisamente enquanto entidade de organização humana, criada por pessoas individuais²⁷¹. Teria assim que se criar uma nova figura com personalidade legal, à imagem das pessoas coletivas, mas onde se dispensaria aquele requisito humano da sua configuração, de forma a atribuir responsabilidade direta ao veículo autónomo, pois esta é essencial para afirmar a responsabilidade do superior, que seria o produtor, visto que a figura do *respondeat superior* exige que o subordinado seja ele mesmo um agente capaz e independente²⁷².

Para além de ser chamada à colação a personalidade jurídica das pessoas coletivas a propósito da temática da responsabilidade legal do veículo autónomo enquanto agente subordinado do produtor, que acabamos de ver, é chamada também num segundo momento para defender a responsabilidade penal do próprio veículo.

Neste caso, a responsabilidade da pessoa coletiva deixa de ser indireta, e passa a resultar de atos próprios. HALLEVY²⁷³, principal defensor da responsabilização do veículo autónomo *per se*, serve-se da analogia²⁷⁴ entre a figura das pessoas coletivas e do veículo autónomo, para propor a atribuição de personalidade jurídica diretamente ao veículo, de forma a ultrapassar a complexa atribuição da qualidade de agente em termos penais, que em regra se coloca somente para as pessoas individuais.

2. O VEÍCULO AUTÓNOMO

KRAUSOVÁ²⁷⁵ apoia-se na responsabilidade penal da pessoa coletiva para criar a figura da responsabilidade penal do veículo autónomo, como já mencionamos, por analogia. Este entendimento tem sido largamente criticado²⁷⁶.

²⁷¹ DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO, LEXIONÁRIO.

²⁷² LIMA, 2018, 692.

²⁷³ HALLEVY, 2011, 210.

²⁷⁴ Analogia entre o comportamento de pessoas humanas e legais. DIAS, FIGUEIREDO: *Direito Penal, Parte Geral*, vol. I, 2nd ed., Coimbra Editora, 2012, Apud FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 5.

²⁷⁵ KRAUSOVÁ, 2017, 61.

²⁷⁶ ASARO, 2016, 192. Também: BROZEK E JAKUBBIEC, 2017, 294. KARLSSON, 2017, 42. A autora especifica que a diferença entre a responsabilidade das pessoas coletivas e a dos veículos autónomos consiste na atribuição ao veículo de atos que lhe são próprios, e não de outros agentes, como é o caso das pessoas coletivas que respondem pelos atos dos agentes humanos que a controlam.

Para PAGALLO²⁷⁷, o facto de os agentes autónomos serem capazes de alterar os seus estados internos independentemente de estímulos exteriores, nomeadamente, dos humanos que os criaram, e serem capazes de evolução e autodesenvolvimento, torna-os suscetíveis de atuar moralmente. As suas ações seriam consideradas moralmente e legalmente, à imagem do que sucede com os menores ou os animais. Atribui assim responsabilidade moral, mas não criminal aos agentes autónomos, reservando esta última aos seres humanos.

A alteração²⁷⁸ dos conceitos legais de intenção, causalidade²⁷⁹ e culpabilidade²⁸⁰, introduzem para HALLEVY²⁸¹ a possibilidade da responsabilização do veículo autónomo em si, através da atribuição de personalidade jurídica, analogamente ao que sucede com as pessoas coletivas, tema que ao qual já aludimos. A diferença entre a responsabilidade criminal do veículo, face à responsabilidade vicarial do produtor, é o facto daquela primeira ser uma responsabilidade direta do veículo pelos seus próprios atos, enquanto a segunda é indireta, respondendo o produtor pelos atos do veículo.

A independência e complexidade do processo decisório seria a base para uma atuação própria ao veículo²⁸², a qual poderia colmatar o “*accountability gap*” de que fala MATTHIAS²⁸³, aludindo ao espaço que se cria entre, por um lado o produtor ou o condutor, e , por outro, o veículo autónomo, cuja imprevisibilidade e autonomia vão tornando cada vez mais dispare a exclusão da sua responsabilidade.

²⁷⁷ PAGALLO, 2010, 399 e 403.

²⁷⁸ GABRIEL HALLEVY, “When Robots Kill: Artificial Intelligence Under Criminal Law”, 2013, Apud LIMA, 2018, 695.

²⁷⁹ BROZEK E JAKUBBIEC, 2017, 302. O autor aponta para a tendência humana em considerar que todas as coisas são direcionadas pela causalidade ou intencionalidade.

²⁸⁰ ASARO, 2016, 193. O autor acrescenta a alteração do conceito de responsabilidade legal, autonomia e ação. No mesmo sentido: GRIEMAN, 2018, 308-309.

²⁸¹ GABRIEL HALLEVY, “When Robots Kill: Artificial Intelligence Under Criminal Law”, 2013, Apud LIMA, 2018, 695.

²⁸² BATHAE, 2018, 891. O autor afirma a impossibilidade em mapear o processo decisório dos veículos autónomos (p.897).

²⁸³ ANDREAS MATTHIAS, “Automaten als Trdger von Rechten”, in *Plddoyer ffir eine Gesetzanderung*, 2007, (dissertation, Humboldt Universitat), p.37, Apud KOOPS, HILDEBRANDT, E JAQUET-CHIFFELLE, 2010, 546.

As regras de condução encontram-se reguladas a nível Internacional na Convenção de Viena de 1968²⁸⁴, que veio alterar a Convenção de Génova de 1949. Esta Convenção define condutor enquanto uma pessoa responsável pela viatura ou animal de trabalho, devendo a qualquer momento deter o seu controlo²⁸⁵. Uma das propostas para atualizar esta legislação²⁸⁶ foi considerar o veículo como condutor, à imagem do que fez a NHTSA²⁸⁷. Foi igualmente considerada a introdução da categoria de “condutores não humanos”²⁸⁸. Estas alterações parecem ir no sentido de atribuir agência ao veículo autónomo, algo essencial à responsabilidade criminal como já referimos, mas não suficiente para a sua afirmação.

Para HALLEVY²⁸⁹ a imputação direta ao veículo autónomo já é possível. O autor aborda em maior profundidade a temática da *mens rea*²⁹⁰, mas por questões de limitação do tema em análise, mencionaremos apenas a sua abordagem ao *actus reus*, do qual faz depender um conceito amplo²⁹¹. O autor concebe o veículo autónomo como ator, vendo o requisito do elemento objetivo do tipo penal preenchido com os meros movimentos físicos do veículo, sem para tal se debruçar na origem desse movimento, abstendo-se de dissecar se é aquele movimento é efetivamente um ato do veículo ou se é antes um mero resultado do ato do programador²⁹². FREITAS²⁹³ critica esta conceção voluntarista do ato, ultrapassada com o surgimento de crimes que dispensam este tipo de ato físico, nomeadamente no âmbito do cibercrime.

Independentemente de se considerar como possível a aplicação destes conceitos criminais aos veículos autónomos, apenas exigências de prevenção especial e geral

²⁸⁴ Da qual os Estados-Unidos não fazem parte: JUHASZ, 2018, 1375. O que explica a existência de regulações em certos Estados serem bastante mais evoluídas que as Europeias.

²⁸⁵ GRIEMAN, 2018, 307.

²⁸⁶ JUHASZ, 2018, 1374. Em Março 2016, foi adicionado o parágrafo (5bis) ao já existente artigo 8º da Convenção, assim como um novo artigo 39. Não deixou de ser necessária a presença de um condutor, que continuam a ter que ser pessoas humanas, mas veio facilitar a aplicação de sistemas de condução assistida. Quanto aos veículos autónomos onde há substituição do condutor, estes foram reconhecidos com limites, sendo obrigatória a possibilidade de o condutor alterar o modo autónomo para manual.

²⁸⁷ STONE et.al, 2016, 45. Assim decidiu o *National Highway Transportation Safety Administration*.

²⁸⁸ BARTOLINI, TETTAMANTI E VARGA, 2017, 793.

²⁸⁹ Através do modelo que designa por “*Direct Liability Model*”: HALLEVY, 2011, 696.

²⁹⁰ O conceito anglo-saxónico de *mens rea* representa o elemento psicológico da culpa no crime: “*general intent, specific intent, recklessness and criminal negligence, strict liability crimes*” são modalidades dessa culpa.

²⁹¹ GLESS et.al., 2016, 420.

²⁹² KING et.al., 2018, 7. Para Gless isso vai depender da conceção do que é um ato: GLESS et.al., 2016, 419.

²⁹³ FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 9.

justificam a aplicação de penas criminais²⁹⁴. Nas pessoas coletivas, estas exigências encontram-se respeitadas porque o fim social para o qual são criadas, é a maximização dos lucros. A aplicação de penas de multa tem assim o efeito pretendido²⁹⁵, afetando as pessoas humanas e não a pessoa coletiva em si²⁹⁶. A transposição deste raciocínio lógico não é evidente para o contexto dos veículos autónomos, no sendo claro qual o objetivo de um veículo autónomo, nem sendo estes capazes de reconhecer a censura associada à sua conduta, elemento característico do ordenamento penal.

O importante é compreender a partir de que ponto faz sentido atribuir responsabilidade legal aos veículos autónomos, e não aos agentes humanos por detrás daqueles²⁹⁷. A responsabilidade das pessoas coletivas, sendo uma ficção legal²⁹⁸, é determinada pela política criminal adotada pelo Estado²⁹⁹. A ideia de instrumentalização³⁰⁰ da pessoa coletiva com o propósito de evadir a responsabilidade das pessoas por detrás da qual se escondem, assim como a dificuldade em individualizar essas mesmas pessoas³⁰¹, foram as origens da responsabilidade penal das pessoas coletivas³⁰², mas estas considerações não parecem de fácil transposição para o contexto dos veículos autónomos.

²⁹⁴ PAGALLO, 2010, 399. Também: BROZEK E JAKUBBIEC, 2017, 29. Ver também: LIMA, 2018, 689. E ainda: KARLSSON, 2017, 43.

²⁹⁵ SPURGEON E FAGAN, 1981, 409.

²⁹⁶ GLESS et.al., 2016, 423.

²⁹⁷ KOOPS, HILDEBRANDT, E JAQUET-CHIFFELLE, 2010, 511.

²⁹⁸ Sobre as diferentes teses que explicam a responsabilidade das pessoas coletivas. Vide: ALLGROVE, 2004, 54.

²⁹⁹ LIMA, 2018, 688.

³⁰⁰ Ibid., 688.

³⁰¹ FIGUEIREDO DIAS, *Direito Penal, Parte Geral*, vol. I, 2nd ed., Coimbra Editora, 2012, Apud FREITAS, ANDRADE, E NOVAIS, 2014, 5.

³⁰² HANNA, 1989, 470. Para além da ideia da instrumentalização da pessoa coletiva, o autor também reconhece o processo oposto, a instrumentalização do indivíduo como legitimação da responsabilidade penal da pessoa coletiva.

CONCLUSÃO

A autonomia destes veículos, é o seu elemento essencialmente distintivo face aos tradicionais veículos motorizado de circulação rodoviária a que hoje estamos habituados. Ao analisar especificamente em que consiste esta autonomia, tendo em vista compreender quem é que “age”, foi possível afastar a figura do tradicional condutor, o qual nada faz e tampouco tem a seu cargo um dever de intervir, como vimos. Surgem então a figura do produtor como possível centro de imputação da responsabilidade penal que emergja de acidentes envolvendo veículos autónomos.

Através da descrição do processo decisório dos veículos autónomos, analisámos o *modus operandi* destes, de forma a perceber se o produtor, ou programador, figuras que não distinguimos para efeitos deste trabalho, têm um efetivo controlo daquilo que o veículo faz, tendo pré-determinado aquilo a que o *software* irá reagir e podendo prever as consequências desses mesmos atos. Para quem entenda que existe essa pré-determinação, encontra-se indubitavelmente preenchido o nexu causal entre a conduta do produtor e o dano. Diferentemente, se se concluir pela imprevisibilidade destes sistemas emergentes³⁰³, haverá que excluir a responsabilidade do produtor.

Ora, a propósito do *Trolley Problem*, vimos que casos existirão nos quais não estão em causa defeitos do produto, nomeadamente naqueles casos em que o veículo é levado a tomar uma decisão moral, de vida ou morte do seu passageiro ou de um peão, que pelas circunstâncias fácticas em que ocorrem, não revelam qualquer tipo de defeito. Quem entenda que estas decisões também devem ser previamente determinadas pelo produtor, conseguirá redirecionar a questão para o defeito do produto. Quem entender diferentemente, deparar-se-á com uma lacuna punitiva, no qual se considera o veículo como objeto impassível de ser responsabilizado, mas tampouco se atribui responsabilidade ao seu produtor.

A propósito da consideração do veículo enquanto mero produto, instrumental às mãos do seu produtor, apresentámos o presente contexto legal da responsabilidade civil

³⁰³ SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017, 8.

objetiva do produtor. Interessando-nos a perspetiva penalista da questão, esta figura encontra atualmente em algumas legislações, como a Alemã, o seu reflexo penal: a responsabilidade criminal pelo produto. A aplicação deste regime limita a extensão dos danos nele compreendidos³⁰⁴, restringindo-se a circunstâncias em que a causa do dano lesivo do bem jurídico tutelado pela norma, seja o defeito do produto, o que nem sempre será o caso, como referimos. Esta figura penal exige igualmente que esses defeitos sejam considerados *previsíveis*³⁰⁵, o que conflitua com o entendimento, largamente seguido³⁰⁶, segundo o qual o veículo autónomo é uma verdadeira “*black-box*”.

A atribuição de responsabilidade, seja do produtor enquanto *respondeat superior*, seja do veículo autónomo *per se*, ambas consideram o veículo como agente. Caso se considere o veículo como responsável, várias limitações foram avançadas. Teria que ser criada uma nova pessoa legal, à imagem das pessoas coletivas, com o propósito de atribuir personalidade jurídica aos veículos autónomos. Diferentemente das pessoas coletivas, este tipo de personalidade jurídica do veículo autónomo, não é dependente de outros agentes envolvidos, tendo nesse caso igualmente que se considerar que o veículo é capaz de realizar atos penalmente relevantes. A escolha político-criminal, em restabelecer a confiança da comunidade na validade da lei prevaleceria assim³⁰⁷ sobre a funcionalidade do Direito Penal de individualizar a responsabilidade penal³⁰⁸, tendo que se flexibilizar alguns conceitos da dogmática penal. Questão mais difícil de ultrapassar, é a falta de enquadramento das consequências punitivas típicas do Direito Penal neste contexto, o que nos leva a afastar a responsabilidade do próprio veículo.

Já a figura do *respondeat superior* tem menos constrangimentos, e parece ser a única passível de enquadrar no ordenamento jurídico português a responsabilidade criminal decorrente de acidentes de viação com veículos autónomos, tendo em conta que a responsabilidade criminal pelo produto não encontra acolhimento em Portugal. No entanto, o problema da atribuição ao veículo da qualidade de agente mantém-se, devendo

³⁰⁴ KARLSSON, 2017, 32.

³⁰⁵ GLESS et.al., 2016, 426.

³⁰⁶ Por: GRIEMAN, 2018, BATHAE, 2018; KARNOW, 1996; ASARO, 2016; GLESS et.al., 2016; WILLIAM D. SMART, GRIMM E HARTZOG, 2017; KARLSSON, 2017.

³⁰⁷ GLESS et.al., 2016, 421.

³⁰⁸ FIGUEIREDO DIAS, *O papel do direito penal na protecção das gerações futuras*, p. 53, Apud SOUSA, 2016, 11.

ser atribuída personalidade jurídica ao veículo autónomo. Outra consequência possível, seria o desincentivo à inovação³⁰⁹.

A imprevisibilidade do processo-decisório dos veículos autónomos demonstrou ser capaz de frustrar o nexo de causalidade. Somos levados a concluir, como LIMA³¹⁰, pela inviabilidade da responsabilidade criminal envolvendo veículos autónomos, face à corrente configuração dos institutos legais analisados, estando em causa um “*accountability gap*”, de que GLESS³¹¹ e COWGER³¹² falam em alusão ao vazio punitivo³¹³ que ocorre quando se conclui pela impossibilidade em responsabilizar o condutor e o agente autónomo, deixando por punir um ato tipificado como crime.

Independentemente do estudo do nexo causal como elemento típico objetivo do crime, a imputabilidade depende ainda da culpabilidade³¹⁴ do agente, para os tipos penais que o exijam. O conceito de culpabilidade, elemento essencial da responsabilidade penal na componente da tipicidade subjetiva, define-se com respeito à exigibilidade de um comportamento conforme ao direito. Trata-se de um juízo de censura da ação ou omissão do agente, considerada penalmente relevante pela característica humana desse agente: a sua consciência e livre vontade, que o colocam na situação de poder optar entre diversas condutas, sendo a sua pena fundada na desconformidade desta escolha³¹⁵ com o dever jurídico.

A concetualização do elemento doloso³¹⁶ do tipo subjetivo do ilícito penal, tanto a nível do ilícito, como da culpa, levanta questões de coerência quando transferido para

³⁰⁹ LIMA, 2018, 693.

³¹⁰ Ibid., 696. No sentido de que nem todos os defeitos são previsíveis, e muitas vezes não existe nenhum culpado pelo dano, não se devendo sujeitar certas questões ao Direito Penal.

³¹¹ GLESS et.al., 2016, 432.

³¹² Aludindo ao mesmo: COWGER, 2018, 13.

³¹³ Expressão de AIRES DE SOUSA, 2014, 659.

³¹⁴ GLESS et.al., 2016, 422. Para Westbrook o veículo autónomo só tem intenção de agir, não a intenção de violar a lei. WESTBROOK, 2017, 135.

³¹⁵ LIMA, 2018, 682. Considerando que a opção que o *software* do veículo faz entre as alternativas que o algoritmo apresenta, pode ser considerada uma escolha, mas a voluntariedade do ato exigiria o livre-arbítrio, o que não se compagina ser seguido por um algoritmo.

³¹⁶ DOUMA E PALODICHUK, 2012, 1159. Fazendo o paralelismo entre o atropelamento de um peão por um veículo autónomo ou por um condutor, raras serão as vezes em que neste cenário se considere o facto como ilícito penal, pela falta de preenchimento do elemento doloso do tipo subjetivo do ilícito. Visto que a lei prevê a punição do homicídio por negligência (artigo 137º do Código Penal), teria que ser aferida a violação de um dever objetivo de cuidado, a possibilidade de o agente prever o preenchimento do tipo, e a produção do resultado ser uma consequência da criação de um risco proibido pelo agente.

o contexto dos veículos autónomos. Tal resulta da configuração dos veículos autónomos, e da inexistência dos elementos intelectual, volitivo ou emocional, entendimento³¹⁷ que não coube desafiar no argumento do presente trabalho³¹⁸, dada a complexidade de que enferma extravasar o universo jurídico, a qual fica por analisar, sendo tanto ou mais controversa a sua solução.

³¹⁷ Entre outros: PAGALLO, 2010, 398. SPURGEON E FAGAN, 1981, 424. BIGMAN E GRAY, 2018, 23. BATHAE, 2018, 906. DOUMA E PALODICHUK, 2012, 136.

³¹⁸ Em sentido discordante: GABRIEL HALLEVY, “When Robots Kill: Artificial Intelligence Under Criminal Law”, 2013, Apud LIMA, 2018, 695. BROZEK E JAKUBBIEC, 2017, 294, o autor referencia os dois pontos de vista face à responsabilização dos veículos autónomos: o restritivo, segundo o qual os conceitos de intenção, livre-arbítrio e consciência seriam pré-requisitos da responsabilidade legal, os quais não existem no contexto dos veículos autónomos; e o ponto de vista permissivo segundo o qual a lei é um instrumento social flexível que pode criar pessoas legais consoante a conveniência.

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR-CONFRARIA, Luís,

2016, “Dilemas Filosófico-Morais, Políticas Públicas e Teoria dos Jogos”, in *Observador*, disponível em <https://observador.pt/opiniao/dilemas-filosofico-morais-politicas-publicas-teoria-dos-jogos/> consultado em 3.10.19.

ALLGROVE, Benjamin D.,

2004, *Legal Personality For Artificial Intellects: Pragmatic Solution or Science Fiction?*, University of Oxford, Thesis for Master of Philosophy.

ASARO, Peter M.,

2016, “The Liability Problem for Autonomous Artificial Agents”, in *AAAI Spring Symposium Series*, Center for Internet and Society, Stanford Law School (etc.) , p.190-194.

BARTOLINI, Cesare; TETTAMANTI, Tamás; VARGA, István,

2017, “Critical Features of Autonomous Road Transport from the Perspective of Technological Regulation and Law”, in *Transportation Research Procedia*, Vol.27, p.791-798.

BATHAE, Yavar,

2018, “The Artificial Intelligence Black Box and the Failure of Intent and Causation”, in *Harvard Journal of Law & Technology*, Vol. 31, No. 2, p.890-938.

BELAY, Nick.

2015, "Robot Ethics and Self-Driving Cars: How Ethical Determinations in Software Will Require a New legal Framework", in *Journal of the Legal Profession*, Vol. 40, No. 1, p.119-130.

BIGMAN, Yochanan E.; GRAY, Kurt,

2018, “People are Averse to Machines Making Moral Decisions”, in *Cognition*, Vol.181, p.21-34.

BONNEFON, Jean-François (et.al.),

2016, "The Social Dilemma of Autonomous Vehicles", in *Science*, Vol. 35, , p.1573-1576.

BROZEK, Bartosz; JAKUBBIEC, Marek,

2017, "On the Legal Responsibility of Autonomous Machines", in *Artificial Intelligence Law*, Vol. 25, p.293-304.

BUTLER, Alan,

2017, "Products Liability and The Internet of (Insecure) Things: Should Manufacturers be Liable for Damage Caused by Hacked Devices", in *University of Michigan Journal of Law Reform*, Vol. 20, p.101-118.

CHARNEY, Rachel,

2015, "Can Androids Plead Automatism? A Review of When Robots Kill: Artificial Intelligence Under the Criminal Law by Gabriel Hallevy", in *University of Toronto Faculty of Law Review*, Vol. 73, No. 2, p.-69-72.

CHEN, Shitao (et.al.),

2019, "Brain-Inspired Cognitive model With Attention for Self-Driving Cars", in *IEEE Transactions on Cognitive and Development Systems*, Vol. II, No. 1, p.13-25.

COELHO, Vera Lúcia Paiva,

2017, "Responsabilidade do Produtor por Produtos Defeituosos", in *Revista Eletrônica de Direito*, Faculdade de Direito da Universidade do Porto, No. 2, p.1-54.

COWGER, Alfred R. Jr.

2018, "Liability Considerations When Autonomous Vehicles Choose the Accident Victim", in *Journal of High Technology Law*, Vol. 19, No. 1, p.1-60.

CZARNECKI, Krzysztof,

2018, “Operational Design Domain for Automated Driving Systems – Taxonomy of Basic Terms”, acessível em Waterloo Intelligent Systems Engineering Lab.

DIANGE, Yang (et.al.),

2018, “Intelligent and Connected Vehicles: Current Status and Future Perspectives”, in *Sci China Tech Sci* (etc.), Vol 61, No. 10, p.1446-1471.

DOUMA, Frank; PALODICHUK, Sarah Aue,

2012, "Criminal Liability Issues Created by Autonomous Vehicles", in *Santa Clara Law Review*, Vol. 52, No. 4, p.1157-1169.

FAVARÒ, Francesca; EURICH, Sky; NADER, Nazanin,

2018, “Autonomous Vehicles’ Disengagements: Trends, Triggers, and Regulatory Limitations”, in *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 110, p.136-148.

FREITAS, Pedro Miguel; ANDRADE, Francisco; NOVAIS, Paulo,

2014, “Criminal Liability of Autonomous Agents: from the Unthinkable to the Plausible”, acessível no Departamento de Informática da Universidade do Minho.

FURDA, A.; VLACIC, L.,

2010, “Multiple Criteria-Based Real-Time Decision Making by Autonomous City vehicles”, in *IFAC Proceedings Volumes*, Vol. 43, No. 16, p.97-102.

GLESS, Sabine (et.al.),

2016, "If Robots Cause Harm, Who Is to Blame: Self-Driving Cars and Criminal Liability", in *New Criminal Law Review*, Vol. 19, No. 3, p.412-436.

GRIEMAN, Keri,

2018, “Hard Drive Crash, an Examination of Liability for Self-Driving Vehicles”, in *Journal of Intellectual Property, Information Technology and Electronic Commerce Law*, Vol. 9, p.294-309.

GRIFFIN, Julia,

2016, "People Want Self-Driving Cars to Value Passenger Safety over Pedestrians, Study Says", in *PBS News*, disponível em <https://www.pbs.org/newshour/science/people-want-self-driving-cars-to-value-passenger-safety-over-pedestrians-study-says> consultado em 3.10.19.

GURNEY, Jeffrey K.,

2015, "Driving into the Unknown: Examining the Crossroads of Criminal Law and Autonomous Vehicles", in *Wake Forest Journal of Law & Policy*, Vol. 5, No. 2, p.393-442.

HALLEVY, Gabriel,

- 2015, *Liability for Crimes Involving Artificial Intelligence Systems* in Springer International Publishing Switzerland.
- 2011, "Unmanned Vehicles: Subordination to Criminal Law under the Modern Concept of Criminal Liability", in 21 *Journal of Law Informatics & Science*, Vol.200, p.200-211.
- 2010, "The Criminal Liability of Artificial Intelligence Entities - from Science Fiction to Legal Social Control," in *Akron Intellectual Property Journal*: Vol. 4, No. 2, p.171-201.

HAWKINS, Andrew J.,

2018, "Tesla's Autopilot Steered Car Toward Barrier Before Deadly Crash, Investigators Say", in *The Verge*, disponível em <https://www.theverge.com/2018/6/7/17438194/tesla-autopilot-fatal-crash-ntsb-report> consultado em 3.10.19.

HUANG, Bert I.,

2016, "Law and Moral Dilemmas", in *Harvard Law Review*, Vol. 130, p.659-699.

HUANG, Sam,

2018, “How the Autonomous Car Works: A Technology Overview”, in *Medium*, disponível em <https://medium.com/@thewordofsam/how-the-autonomous-car-works-a-technology-overview-5c1ac468606f> consultado em 3.10.19.

HULSE, Lynn M.; XIE, Hui; GALEA, Edwin R.,

2018, “Perceptions of Autonomous Vehicles: Relationships with Road Users, Risk, Gender and Age”, in *Safety Science*, Vol. 102, p. 1-13.

INSAURRALDE, Carlos C.; LANE, David L.,

2014, “Metric Assessment of Autonomous Capabilities in Unmanned Maritime Vehicles”, in *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 30, p.41-48.

JUHASZ, Agnes B.,

2018, "The Regulatory Framework and Models of Self-Driving Cars", in *Zbornik Radova*, Vol. 52, No. 3, p.1371-1389.

KARLSSON, Matilde C.,

2017, *Artificial Intelligence and the External Element of the Crime, an Analysis of the Liability Problem*, Thesis Orebro Universitet.

KARNOW, Curtis E.A.,

1996, “Liability for Distributed Artificial Intelligences”, in *Berkeley Technology Law Journal*, Vol. 11, No. 1, p.147-205.

KATRAKAZAS, Christos, (et.al.),

2015, “Real-Time Motion Planning Methods for Autonomous On-Road Driving: State-of-the-Art and Future Research Directions”, in *Transportation Research Part C*, Vol.60, p.416-442.

KEELING, Geoff,

2018, “Legal Necessity, Pareto Efficiency and Justified Killing in Autonomous Vehicle Collisions”, in *Ethical Theory and Moral Practice*, Vol. 21, Springer, p.413-427.

KING, Thomas C. (et.al.),

2018, “Artificial Intelligence Crime: An Interdisciplinary Analysis of Foreseeable Threats and Solutions”, disponível em <https://ssrn.com/abstract=3183238> consultado em 3.10.19.

KOOPS, Bert-Jaap; HILDEBRANDT, Mireille; JAQUET-CHIFFELLE, David-Olivier,

2010, “Bridging the Accountability Gap: Rights for New Entities in the Information Society?”, in *Minnesota Journal of Law, Science & Technology*, Vol. 11, No.2, p.497-561.

KRAUSOVÁ, A.,

2017, “Intersections Between Law and Artificial Intelligence”, in *International Journal of Computer*, Vol. 27, No. 1, p.55-68.

LARIS, Michael,

2018, “Self-Driving Uber did not Have Emergency Braking Turned On When it Hit Pedestrian, NTSB Says”, in *Washington Post*, disponível em <https://www.washingtonpost.com/news/dr-gridlock/wp/2018/05/24/ntsb-self-driving-uber-did-not-have-emergency-braking-turned-on/> consultado em 3.10.19.

LEVENTHAL, Jamie,

2018, “In a Crash, Should Self-Driving Cars Save Passengers or Pedestrians? 2 Million People Weigh in”, in *PBS News*, disponível em <https://www.pbs.org/newshour/science/in-a-crash-should-self-driving-cars-save-passengers-or-pedestrians-2-million-people-weigh-in> consultado em 3.10.19.

LIMA, Dafni,

2018, “Could AI Agents be Held Criminally Liable? Artificial Intelligence and the Challenges for Criminal Law”, in *South Carolina Law Review*, Vol. 69, p.677-696.

MARCUS, Gary,

2012, “Moral Machines”, in *The New Yorker*, disponível em <https://www.newyorker.com/news/news-desk/moral-machines> consultado em 3.10.19.

MCCALL, Rod (et.al.),

2019, “A Taxonomy of Autonomous Vehicle Handover Situations”, in *Transportation Research Part A*, Vol.124, p.507-522.

MOOLAYIL, Amar,

2018, “The Modern Trolley Problem: Ethical and Economically-Sound Liability Schemes for Autonomous Vehicles”, in *Case Western Reserve Journal of Law, Technology and the Internet*, Vol. 9, p.1-32.

NYHOLM, Sven; SMIDS, Jilles,

2016, “The Ethics of Accident-Algorithms for Self-Driving Cars: An Applied Trolley Problem?”, in *Ethical Theory and Moral Practice*, Springer, Vol. 19, p.1275-1289.

OHNSMAN, Alan,

2019, “Waymo Brings the First Self-Driving Vehicles to Los Angeles – To 3-D Map the City”, in *Forbes*, disponível em <https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2019/10/07/waymo-brings-the-first-self-driving-vehicles-to-los-angeles--but-just-to-3d-map-it-for-now/#2fb0beb2cb16>, consultado em 3.10.19.

PAGALLO, Ugo,

2010, “The Human Master with a Modern Slave? Some Remarks on Robotics, Ethics, and the Law”, in *Proceedings of the Eleventh International Conference, The ‘Backwards, Forwards and Sideways’ changes of ICT*, Universitat Rovira i Virgili, p.391-397.

PALMA, Maria Fernanda,

2015, *Direito Penal, Parte Geral – A Teoria Geral da Infracção como Teoria da Decisão Penal*, Lisboa: AAFDL Editora.

RAMOS, Ana Catarina Simões.

2014, *Levantamento da Personalidade Jurídica da Pessoa Colectiva*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra.

RENDA, Andrea,

2018, “Ethics, Algorithms and Self-Driving Cars- a CSI of the ‘trolley problem’”, in *CEPS Policy Insights*, No. 2, p.1-15.

ROE, Madeline,

2019, "Who's Driving That Car: An Analysis of Regulatory and Potential Liability Frameworks for Driverless Cars", in *Boston College Law Review*, Vol. 60, No. 1, p.317-347.

SHARKEY, Noel,

2018, “Should a Self-Driving Car Kill Its Passengers?”, in *Forbes*, disponível em <https://www.forbes.com/sites/noelsharkey/2018/11/08/should-a-self-driving-car-kill-its-passengers/#470c2b9d12ec> consultado em 3.10.19.

SMART, William D.; GRIMM, Cindy M.; HARTZOG, Woodrow,

2017, “An Education Theory of Fault for Autonomous Systems”, in *AIES '18 Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, p.117-121.

SOUSA, Indalécio Rodrigues de,

2016, *Crítérios da Responsabilidade Penal das Pessoas Coletivas: a Problemática da (não) Identificação do Agente do Crime*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra.

SOUSA, Susana Aires de,

2014, *A responsabilidade Criminal pelo Produto e o Topos Causal em Direito Penal*, Edição 2014, Coimbra: Coimbra Editora.

SPANGLER, Todd,

2017, “Self-Driving Cars Programmed to Decide Who Dies in a Crash”, in *USA Today*, disponível em <https://eu.usatoday.com/story/money/cars/2017/11/23/self-driving-cars-programmed-decide-who-dies-crash/891493001/> consultado em 3.10.19.

SPURGEON, W. Allen; FAGAN, Terrence P.,

1981, "Criminal Liability for Life-Endangering Corporate Conduct", in *Journal of Criminal Law and Criminology*, Vol. 72, No. 2, p.400-433.

STILGOE, Jack,

2018, “Machine Learning, Social Learning and the Governance of Self-Driving Cars”, in *Social Studies of Science*, Vol. 48(I), p.25-56.

STONE, Peter (et.al),

2016, *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)*, Stanford University disponível em <https://ai100.stanford.edu> consultado em 3.10.19.

SURDEN, Harry; WILLIAMS, Mary-Anne,

2016, “Technological Opacity, Predictability, and Self-Driving Cars”, in *Cardozo Law Review*, Vol. 38, No. 121, p.121-182.

TAKÁCS, Árpád (et.al.),

2018, “Assessment and Standardization of Autonomous Vehicles”, in *22nd IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems*, p.185-192.

TRIGO, Maria da Graça,

2017, *Responsabilidade Civil - Temas Especiais*, Lisboa: in Universidade Católica Editora.

VANDERBILT, Tom,

2012, “Let the Robot Drive: The Autonomous Car of the Future is Here”, in *Wired*, disponível em https://www.wired.com/2012/01/ff_autonomouscars/ consultado em 3.10.19.

VINCENT, James,

2019, “The State of AI in 2019”, in *The Verge*, disponível em <https://www.theverge.com/2019/1/28/18197520/ai-artificial-intelligence-machine-learning-computational-science> consultado em 3.10.19.

WAKABAYASHI, Daisuke,

2018, “Self-Driving Uber Car Kills Pedestrian in Arizona, Where Robots Roam”, in *The New York Times*, disponível em <https://www.nytimes.com/2018/03/19/technology/uber-driverless-fatality.html> consultado em 28.09.2019

WEIN, Leon E.,

1992, “The Responsibility of Intelligent Artifacts: Toward an Automation Jurisprudence”, in *Harvard Journal of Law and Technology*, Vol. 6, p.103-154.

YOU, Changxi (et.al.),

2019, “Advanced Planning for Autonomous Vehicles Using Reinforcement Learning and Deep Inverse Reinforcement Learning”, in *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 114, p.1-18.

GREENOUGH, John,

2016, “10 million self-driving cars will be on the road by 2020”, in *Business Insider*, disponível em <https://www.businessinsider.com/report-10-million-self-driving-cars-will-be-on-the-road-by-2020-2015-5-6> consultado em 3.10.19.

SÍTIOS INTERNET:

BUNDESANZEIGER VERLAG, “Gesetz zur Änderung der Artikel 8 und 39 des Übereinkommens vom 8. November 1968 über den Straßenverkehr”, disponível em https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&jumpTo=bgbl216s1306.pdf#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl216s1306.pdf%27%5D__1521205015577 consultado em 3.10.19.

DIÁRIO DA REPÚBLICA ELETRÓNICO, Lexionário, disponível em <https://dre.pt/lexionario/-/dj/115073275/view> consultado em 3.10.19.

MASSACHUTTES INSTITUTE OF TECHNOLOGY, “Moral Machine”, 2017, disponível em <http://moralmachine.mit.edu> consultado em 3.10.19.

REPUBLIC OF AUSTRIA PARLIAMENT, “Kraftfahrgesetz 1967 (33. KFG-Novelle), Änderung”, disponível em: https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXV/I/I_01192/index.shtml consultado em 3.10.19.

SOCIETY OF AUTOMOBILE ENGINEERS, 2019, *International Standard J3016*, disponível em <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic> consultado em 3.10.19.